Phys. sp. 283 a

<36604962230012

<36604962230012

Bayer. Staatsbibliothek

Bayerische Staatsbibliothek München

Darstellung der Theorie der Elektricität und des Magnetismus

Nach den Grundsätzen des Herrn Aepinus

vom

Bürger Hauy

Aus dem Französischen übersetzt und mit Anmerkungen begleitet

von

D. Karl Murhard.

Mit 7. Kupfertafeln.

Altenburg,
bei Rinck und Schnuphase.
1801.

Bayerische Staatsbibliothek München

Phys. sp. 283 a

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

12/30

Vorrede des Uebersetzers.

Bei einem Werke, das sich durch Seltenheit und Wichtigkeit des Gegenstands so vortheilhaft auszeichnet, wie das gegenwärtige, bedarf es wohl keiner weitläuftigen Apologie des Uebersetzers. Schon aus den pomphaften Ankündigungen, den ehrenvollen Beurtheilungen desselben in den französischen gelehrten Zeitschriften kann man auf

seinen innern Werth schliessen, wenn auch die Namen der berühmten Männer, die es als Verfasser an der Stirn trägt, und die über mein Lob weit erhaben sind, weniger seine Vortrefflichkeit verbürgten.

Allgemein anerkannt sind des berühmten Hrn. Aepinus Verdienste, um die Theorie der Elektricität und des Magnetismus; beide Zweige der Naturlehre verdanken seinen scharfsinnigen Untersuchungen jenen Grad von Aufklärung, jene Stufe von Gründlichkeit und Genauigkeit, auf der wir sie jetzt erblicken; er war es, der Franklin's berühmte Theorie der Elektricität genauer prüfte, durch Anwendung des Kalkuls sie unterstützte, ihre Grundsätze auf die Erscheinungen des Magnetismus zuerst anwandte, sie mit neuen Thatsachen bereicherte, und dadurch Des Cartes's, a)

---

a) S. Dess. Principia philosophica. Seine Hypothese ward nachher zuerst von dem ungenannten

Euler's, b) Dü Fay's, c) Dü Tour's, Johann und Daniel Bernoulli's d) schwankende Hypothesen der

---

Verfasser (Dalencé) des Traité de l'Aimant. (Amsterdam 1687. 8) sehr verbessert. S. Act. Erud. Lips. 1687. Aug. p. 424.

b) Leonh. Euleri Opusculorum Tom. III. continens novam theoriam magnetis ab Ill. Acad. Reg. scient. Parisina praemio condecoratam 1744. Berol. 1751. 4.

c) S. Observations sur quelques expériences de l'aimant, par Mr. du Fay, in d. Mémoir. de l'Acad. roy. des Sciences 1728. p. 356. Suite des observations sur l'aimant par Mr. du Fay, ebendas. 1730. p. 142. Troisième mémoire de l'aimant par Mr. du Fay, ebendas. 1731. p. 417.

d) S. Pièces, qui ont remporté le prix de l'Acad. roy. des Scienc. en 1743 et 1746 sur la meilleure construction des boussoles d'inclinaison, et sur l'attraction de l'aiman avec le fer. Paris 1748. gr. 8. und im V. Bande des Recueil des pièces, qui ont remporté les prix.

elektrischen und magnetischen Wirbel völlig widerlegte. Er brachte nach Prevost's Urtheil in der Theorie des Magnetismus eine Revolution hervor, die man mit der von Newton in der allgemeinen Physik veranlaßten vergleichen kann.

Letzterer, sagt Prevost, e) gebrauchte nur einen Grundsatz, um die Gesetze der Natur zu erklären, und dieser Grundsatz war die Grenze, die er selbst seinen Untersuchungen setzte.

Hr. Aepinus wendet einen ähnlichen Grundsatz zur Erklärung der Gesetze des Magnetismus an, und begnügt sich, ihn

e) De l'origine des forces magnétiques, par Mr. Prevost 8. (Paris, chés Buisson 1788). Ins Deutsche übersetzt von Dav. Ludw. Bourguet. Mit einer Vorrede von F. A. C. Gren (Halle, im Verlag der Waisenhaus-Buchhandlung 1794. 8.) Vorrede d. Verf. S. I.

dem von Newton entdeckten unterzuordnen; er bleibt, wie dieser, bei dieser Grenze stehen, und bemüht sich nicht, sie zu überschreiten. Dieser Gang trägt das Gepräge des Genies an sich, und nur mit der äussersten Vorsicht darf man sich davon entfernen.

Allein so scharfsinnig und gelehrt auch Hr. Aepinus diese Theorie in seinen vortrefflichen Werken entwickelt hat, so konnte sie doch bisher nur auf ein sehr kleines Publikum rechnen, denn der vielen darin vorkommenden algebraischen Formeln, der Unordnung und Weitschweifigkeit wegen, womit er dieselbe vorträgt, waren nur sehr wenige Leser im Stande, sie völlig zu verstehen.

Es entstand daher bald bei Kennern und Liebhabern der Naturlehre der Wunsch nach einem Werke, worin man diese scharfsinnige Theorie von allem Kalkul entfernt,

mehr vereinfacht, systematischer dargestellt, durch spätere Entdeckungen berichtigt, mit neuen Versuchen bereichert, und überhaupt in einer allgemein verständlichen Sprache vorgetragen fände.

Wenn daher ein Mann, wie Hauy, ausgestattet mit allen erforderlichen Talenten und Kenntnissen, dieses mühsame Geschäft übernahm, und mit dem glücklichsten Erfolge, wie sich's von seinem Genie nicht anders erwarten ließ, vollbrachte, so hat man keine Ursache, sich über das Aufsehen, das ein solches Unternehmen in seinem Vaterlande bewirkte, und über die Lobsprüche, die die berühmtesten Naturforscher Frankreichs, ein La Lande, La Place, Cousin und Le Gendre bei Beurtheilung dieses Werks ihm ertheilten, zu wundern; aber billig muß man erstaunen, wie dies interessante Werk, das so sehr verdiente, in den Händen aller Kenner und Liebhaber der Naturlehre sich zu befinden, so wenig die Auf-

merksamkeit der deutschen Gelehrten reizen konnte, da es nicht nur in keiner einzigen deutschen Zeitschrift angezeigt und beurtheilt worden, sondern sogar den deutschen Naturforschern bisher völlig unbekannt geblieben zu seyn scheint.

Dies Wenige schon wird, wie ich hoffe, hinreichen, mich wegen dieser unternommenen *Arbeit zu* rechtfertigen; möchte ich doch dadurch wenigstens etwas zur Beförderung des Studiums der Naturlehre, dieser Wissenschaft, die ich so sehr schätze, beigetragen haben!

Daß ich übrigens bei Bearbeitung dieses Werks, dessen Hauptzweck Belehrung und Unterricht ist, mehr auf Bestimmtheit und Klarheit als auf Schmuck und Eleganz des Ausdrucks, wie es bei Schriften des Geschmacks erforderlich ist, Rücksicht genommen, daß ich folglich im Kollisionsfalle jene Eigenschaft dieser vorgezogen, und mich

oft sehr streng an die Worte des Originals gebunden habe, wird mir jeder verdanken, der die Grenzlinie zwischen einem ästhetischen und wissenschaftlichen Werke kennt.

Kassel, im März 1801.

Karl Murhard.

Anmerkung. Dieser halbe Bogen wird gleich nach dem

Inhalt.

Einleitung.

Theorie der Elektricität.

	Seite
I. Allgemeine Grundsätze dieser Theorie.	1
II. Gesetze, denen die elektrische Materie nach diesen Grundsätzen unterworfen ist.	5
III. Von dem Gesetze, das die Wirkung der elektrischen Materie bei Entfernungen befolgt.	51
IV. Anwendung der Theorie auf die elektrischen Anziehungen und Zurückstossungen.	61
V. Von den Veränderungen, die die Wirkung der äussern Ursachen in den elektrischen Anziehungen und Zurückstossungen verursachen kann.	79
VI. Von der Kraft der Spitzen.	92
VII. Von den elektrischen Funken und Büscheln.	98

Seite

VIII. Vom Leidener Versuche. 107

IX. Von einigen besondern Mitteln, die elektrische Eigenschaft zu erwecken. 121

Theorie des Magnetismus.

I. Von den Eigenschaften des magnetischen Fluidums und seiner Vergleichung mit dem elektrischen Fluidum. 141

II. Von den Gesetzen, denen die Wirkung des magnetischen Fluidums unterworfen ist. 148

III. Anwendung dieser Grundsätze auf verschiedene Erscheinungen des Magnetismus. 168

IV. Von der Mittheilung des Magnetismus. 184

V. Von dem Gesetze, das die Wirkung des magnetischen Fluidums in Ansehung der Entfernungen befolgt. 232

VI. Von der magnetischen Kraft der Erdkugel. 250

VII. Von den natürlichen Magneten, und den im Innern der Erdkugel enthaltenen Eisenerzen. 300

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Einleitung.

Auf Erfahrung allein gründen sich alle unsere physikalischen Kenntnisse, aber nur dann erst bilden sie eine Wissenschaft, wann die Theorie ihr Licht mit dem Lichte vereinigt, das die Fackel der Erfahrung verbreitet, und uns dadurch das gemeinschaftliche Land kennen lehrt, wodurch unsere Beobachtungen mit einander verknüpft sind. Bisher waren es nur einzelne Thatsachen, und wenn es unterhaltend ist, sie zu sammlen, sie zu berichtigen und sogar zu vermehren, so ist

es dies blos deswegen, weil sie geistvollen Männern Data bereiten, die nachher alle diese zerstreuten Ringe mit einander verbinden, und davon eine zusammenhängende Kette bilden.

Von diesem Stufengange des menschlichen Geistes zeigt uns die Elektricität ein auffallendes Beispiel. Anfangs kannte man nur die Eigenschaft gewisser Körper, bei denen das elektrische Fluidum seine Wirkung äussert, sich gegenseitig anzuziehen und zurückzustossen, bald aber sah man ein, daß verschiedene Mittel angewendet werden müßten, um in Körpern von ungleicher Natur die elektrische Eigenschaft hervorzubringen, daß sie bei einigen durch das Reiben, bei andern dadurch erweckt werde, daß man sie mit schon elektrisirten Körpern in Verbindung bringe.

Man gewahrte bald elektrische Körper, die aus ihren Ecken Strahlen in Gestalt

eines Federbusches schossen, oder bei der Annäherung eines andern Körpers helle Funken an ihren runden Theilen hervorbrachten; bis endlich die Erfindung des Leidener Versuchs ein neues Phänomen zeigte, das gleich geschickt war, die Neugierde des Volks zu reizen, wie den Scharfsinn der Gelehrten zu beschäftigen.

Die obgleich weniger von einander verschiedenen Erscheinungen des Magnetismus machten gleiche Fortschritte.

Schon die Alten hatten zwar die Eigenschaft des Magnets beobachtet, das Eisen an sich zu ziehen, *) aber die Beobachtung der andern viel sonderbarern Eigenschaft, nach der eine magnetisirte Nadel das eine ihrer Enden nach Norden, das an-

*) Schon beim Homer, Pythagoras, Epikur, und Aristoteles geschieht dieser Eigenschaft des Magnets Erwähnung.

dere nach Süden dreht, ist gewiß eine neuere Entdeckung, ob man gleich weder ihren Urheber, noch ihre Zeit genau angeben kann. *)

---

*) Man schreibt diese Entdeckung gewöhnlich den Sebastian Cabot, einem Venetianer zu, der sie ums Jahr 1500 gemacht haben soll, sie ist aber gewiß viel älter, denn schon Columbus hatte diese Eigenschaft auf seiner ersten Reise nach Amerika im Jahre 1492 gekannt. Auch ist es ausgemacht, daß ungefähr im Jahre 1300 ein gewisser Flavio oder Johann von Giola, ein Neapolitaner, sich des Kompasses bediente, um den Weg auf dem mittelländischen Meere zu finden. (S. Grimaldi Dissertazione Academiche lette nella academia de Cortona Tom. III. Dissert. 8 und Journal des Sçavans pour l'an: 1745. Octb. p. 170 u. f. d. Comment. Bononiens. Vol. II, Tom. III. p. 333 und 372.) Nach einem auf der Universität zu Leiden befindlichen Manuscript: Epistola insuper rationibus naturae magnetis vom P. Adsigerius hat derselbe schon im Jahre 1269 die Deklination der Magnetnadel beobachtet. (S. Thevenot im 4ten Theile seiner Reisen und nach ihm Journal des Sçavans 1687. p. 52). Ja sogar in den ältesten französischen Gedichten finden wir einige Spuren von dieser Entdeckung, woraus man die sehr

Die Anwendung, die man von dieser Erfindung auf die Schiffahrt machte, die beständigen Gelegenheiten, die sich den Schifffahrern darboten, diesen Führer um Rath zu fragen, dessen stets sichtbare Sprache für sie eine Ergänzung der Himmelssprache wurde, die sie nicht immer befragen konnten, gaben ihnen Gelegenheit, die Veränderungen der in verschiedene Gegenden der Erdkugel gebrachten Nadel zu beobachten, und mit Aufmerksamkeit zu verfolgen.

Auf der andern Seite haben die Untersuchungen der Gelehrten, um den Magnetnadeln die möglichst größte Kraft mitzutheilen, die Physik des Magnets mit mehrern Thatsachen bereichert, die um so mehr Aufmerksamkeit verdienen, da einige von ihnen zu Paradoxen zu führen, und von der

---

wahrscheinliche Vermuthung gezogen hat, daß die Boußole schon im Jahre 1180 in Frankreich bekannt gewesen sey. (S. Recherches de la France par Mr. Pasquier Liv. V. Chap. 25).

Analogie der gewöhnlichen Verfahrungsarten der Natur zu entfernen scheinen.

Mit Verwunderung sah man einen Magnet die magnetischen Eigenschaften einer benachbarten eisernen Stange mittheilen, ohne etwas von seiner Stärke zu verlieren; so wie man eine Stange, die schon eine gewisse Stärke durch das Reiben eines Magnets erhalten hatte, einen Theil dieser Kraft durch das auf gleiche Art geschehene Reiben eines andern Magnets verlieren, und die Bewaffnung einen Magnet von geringer Wirkung beträchtlich verstärken sah, während dem sie die Kraft eines weit stärkern nur wenig vermehrte.

Alle diese verschiedenen Thatsachen, so wie auch die elektrischen, haben, wenn man jede in ihrer Ordnung betrachtet, gewiß nur eine und dieselbe Ursache. Aber man kennt nicht gleich die Verhältnisse, die sie unter einander verbinden, noch ihre Abhängigkeit

von dem Fluidum, das sie hervorbringt. Der Theorie kommt es zu, die allgemeinen Gesetze, nach denen dieses Fluidum wirkt, und den Einfluß dieser Gesetze auf jedes der Phänomene insbesondere zu bestimmen.

Alsdann sind diese so verschiedenen Resultate, die zuweilen selbst einander zu widersprechen scheinen, für das durch die Theorie aufgeklärte Auge, nur verschiedene Gesichtspunkte einer einzigen Thatsache.

Unter allen Theorien, die man zur Erklärung der elektrischen Phänomene erdacht hat, ist die vom berühmten Franklin am meisten angenommen worden. Diese Theorie gründet sich überhaupt auf zwei Thatsachen, der einen, daß die elektrischen Grundmassen *) die Eigenschaft besitzen, sich ge-

---

*) Den so oft im Originale vorkommenden Ausdruck molécule glaubte ich am besten durch Grundmasse übersetzen zu dürfen.

genseitig zurückzustossen, selbst in einer gewissen Entfernung; der andern, daß sie von allen bekannten Körpern angezogen werden können. Nimmt man diese beiden Thatsachen an, so fliessen alle andere daraus, wie eben so viele Corollarien, die von einem und demselben Grundsatze herkommen.

Doch muß man bemerken, daß durch die Ausdrücke: zurückstossende oder anziehende Kräfte nicht die den Grundmassen inhärirenden Kräfte bezeichnet werden, denn ein Körper kann, so wie Herr Aepinus sehr richtig bemerkt *) nicht da wirken, wo er sich nicht befindet; man will damit nur sagen, daß zwei elektrische Grundmassen sich nicht beisammen befinden können, ohne sich von einander zu entfernen, was auch die Ursache dieser rückgängigen Bewegung seyn mag. Eben so kann sich keine freie elek-

*) Tentamen theoriae electricitatis et magnetismi etc. S. 7.

trische Grundmasse einem Körper gegenüber befinden, ohne sich ihm zu nähern, welches auch das wirkende Mittel seyn mag, das sie dahin treibt.

Was thut also die Theorie? Sie nimmt eine oder zwei Thatsachen, die sie nicht zu erklären sucht; die aber, wenn sie einmal gegeben sind, alle bekannte Beobachtungen so mit *einander* in Verhältniß bringen, daß sie von jenen beiden ein Licht entlehnen, durch dessen Hülfe sie sich gegenseitig erleuchten. Ein anderer Nutzen der Theorien ist, daß sie uns in den Stand setzen, zum voraus die Wirkungen sicher zu bestimmen, die bei Eintretung gewisser Umstände Statt finden, folglich selbst diese Wirkungen durch Anwendung jener Umstände hervorzubringen.

So enthüllen uns die Theorien nicht nur die verborgenen Triebfedern, die die Natur in ihren gegenwärtigen Verrichtungen anwendet, sondern sie dehnen unsere

Blicke auch auf die Resultate der zukünftigen aus, und unterwerfen sie gleichsam unserer Macht.

Hieraus erkennt man, worauf sich die wahre, und, ich möchte fast sagen, die einzig vernünftige Physik zurückführen läßt. Wir kennen nicht die ersten Ursachen, noch die allgemeinsten Gesetze, von denen die natürlichen Wirkungen abhängen. Das erhabene Wesen, das diese Gesetze aufgestellt hat, und sie noch erhält, sieht allein die ganze Kette, wovon sie die ersten Ringe bilden. Unter den verschiedenen, diesen Gesetzen untergeordneten, Wirkungen bemerken wir gewisse Richtungen, denen die bewegten Körper folgen, wir vergleichen die Geschwindigkeiten dieser Bewegungen, so wie wir die Massen der Körper vergleichen. Wir bedienen uns des Worts Anziehung, um die Richtungen der Bewegungen nach ein gemeinschaftliches Punkt dadurch anzuzeigen; wenn die Richtungen nach zwei diametrisch

entgegengesetzten Punkten geben, so sagen wir, daß die Körper sich zurückstossen. Wir schätzen mit Hülfe der Massen und Geschwindigkeiten die Stärke der Anziehung und Zurückstossung. Auf diese Art erhalten wir feste Punkte, auf die wir alle besondere Wirkungen, die sich darauf beziehen können, zurückführen, und die wir auf eine mechanische und in dem Sinn wahre Art erklären, als die Folgen, auf die wir kommen, die Erscheinungen so darstellen, wie sie wirklich sind. Alles was diesseits dieser Thatsachen, die wir als Ursachen betrachten, liegt, klärt sich so für uns auf. Vergebens würden wir versuchen, den Schleier zu heben, der uns das jenseits liegende verhüllt, dergleichen tiefere Untersuchungen würden nur eine Einbildungskraft anzeigen, die sich nicht in ihren Grenzen zu halten weiß; aber das erhabene und zugleich weise Genie weiß, wenn es durch seine Kraft den hohen Gipfel erreicht hat, den es erreichen sollte, die Grenze zu erkennen, die es beobachten muß.

Diese Betrachtungen reichen, wie mich dünkt, hin, alle Einwürfe zu widerlegen, die man den Theorien gemacht hat. Man hat zum Beispiel den Newton beschuldigt, er habe die verborgenen Eigenschaften der Alten wieder auf die Bahn gebracht, indem er das Daseyn der Anziehung behaupte. Ohne auf die Worte Rücksicht zu nehmen, wollen wir nur anführen, daß die Himmelskörper sich einander zu nähern suchen mit Geschwindigkeiten, die sich umgekehrt, wie die Quadrate ihrer Entfernungen verhalten, die Ursache dieses Strebens liege worin sie wolle. Es wird die Entdeckung dieses grossen Mannes nichts an ihrem Werthe verlieren, und seine Theorie wird stets den unschätzbaren Vortheil haben, mit Hülfe der krummen Linien und des Kalkuls genau alle Veränderungen darzustellen, die man in den Bewegungen der Himmelskörper beobachtet, und nicht nur von allen Störungen Rechenschaft zu geben, die sie erleiden, sondern auch sie schon zum voraus anzuzei-

gen und ihre Zeit und Grösse zu bestimmen.

Nichts ist bewundernswürdiger, als die beständige und allgemeine Uebereinstimmung zwischen den Resultaten der Theorie und denen der Beobachtung, eine Uebereinstimmung, die die Fortschritte, welche die physische Astronomie in unsern Tagen gemacht hat, und besonders die tiefen Untersuchungen der Herrn La Grange und La Place, die Newton's Ruhm theilen, indem sie ihm denselben zu erhalten suchen, immer mehr bestätigt haben.

Herrn Franklin gebührt der Ruhm, den Grund zu einer Theorie der Elektricität gelegt zu haben, die weit befriedigender, als alle andern bisherigen Systeme, war. Er suchte besonders das Daseyn zweier Arten von Elektricität zu beweisen, einer positiven und einer negativen. Er hatte durch Versuche, die sehr entscheidend schienen, gezeigt, daß zu derselben Zeit, da die eine von den beiden Oberflächen der Leidener Flasche eine

gewisse Menge von elektrischem Fluidum über ihre natürliche Quantität erhalte, die entgegengesetzte Oberfläche einen Theil des ihrigen verliere, und daß die Fähigkeit, den starken Stoß zu geben, den man bei dem Leidener Versuche erfährt, durch die schnelle Rückkehr der überflüssigen Menge des mit der positiv elektrisirten Oberfläche in Verbindung stehenden Fluidums nach der negativ elektrisirten Oberfläche verursacht werde.

Aber diese Theorie konnte mit einem größern Grade von Genauigkeit behandelt, und weitläuftiger entwickelt werden, als es von diesem berühmten Gelehrten geschehen war. Herr Aepinus, Mitglied der Akademie zu Petersburg, unternahm dies, und vollbrachte es mit allem Erfolge, der sich von seinem Scharfsinn und Genie versprechen ließ. *) Dadurch, daß er den Kalkul

*) Die vorzüglichsten Schriften, worin die Theorie des Herrn Aepinus entwickelt wird, sind folgende.

auf den Grundsatz der positiven und negativen Elektricität anwandte, und die Wirkung der Kräfte, die die elektrischen Körper gegen einander ausüben, nach ihrem Ueberflusse oder Mangel an Fluidum durch einfache Formeln

---

1) Sermo academicus de similitudine vis electricae atque magneticae, in solemni conventu academiae imper: scient. A. O. R. 1758 die 7 Sept. cum dies nomini Augustae Russorum Imperatrici Elisabethae primae sacer celebraretur, publice praelectus. Petrop. 1758. 4. 4 Bde. mit 1 Kupft. — Deutsch im Hamburgermagazin XXII. B. 3 S. und im allgemeinen Magazin der Natur, Kunst und Wissenschaften XI. B. p. 90 — 131.

2) Examen theoriae magneticae a Cel. Tob. Mayero propositae. Auctore Aepino, in den Nov. Comment. Petrop. Tom. XII. p. 325. (1767).

3) Tentamen theoriae electricitatis et magnetismi. Accedunt dissertationes duae, quarum prior phaenomenon quoddam electricum; alterum magneticum explicat instar supplementi Commentariorum Acad. Imp. Petrop. 8. maj. Petropoli 1759. 2 Alph. 13 Bog. m. 7 Kupft.

ausdrückte, die er sehr geschickt zu behandeln wußte, kam er auf Folgerungen, die vollkommen mit den Resultaten der Erfahrung übereinstimmten. Er führte verschiedene Erscheinungen, wovon man bisher nur wenige befriedigende Erklärungen gegeben hatte, zum Beispiel, die Anziehungen und Zurückstossungen, die man so oft zwischen elektrischen Körpern bemerkt, und besonders die gegenseitige Zurückstossung zweier negativ elektrischen Körper, auf die Hauptgrundsätze der Theorie zurück. Endlich bestimmte er durch eine tiefere Ana-

4) Novum specimen similitudinis effectuum vis magneticae et electricae. In den Nov. Comment. Petrop. Tom. X. (Petrop. 1766) pro anno 1765 p. 295 - 298 m. 2 Fig.

5) Aepinus; Principes generaux de la théorie de l'electricité. Im Journal de Physique Tom. XXXI.

6) Aepinus zwo Schriften. 1) Von der Aehnlichkeit der elektrischen und magnetischen Kraft 2) von den Eigenschaften des Turmalins, aus d. Lat. Grätz 1771. 8.

lyse der schon erklärten Erscheinungen sehr genau den Einfluß der Ursachen, die sich mit einander zur Hervorbringung dieser Phänomene vereinigen.

Eben so glücklich erklärte er die Erscheinungen des Magnetismus, und dieser Theil seiner Arbeit macht ihm um so viel mehr Ehre, da er ganz neu war.

Er bewies, daß das magnetische Fluidum, wenn gleich seiner Natur nach vom elektrischen Fluidum verschieden, doch eben so in Ansehung der die magnetische Eigenschaft zu erhalten fähigen Körper sich verhalte; und indem er den Gegenstand in seiner größten Allgemeinheit betrachtete, leitete er von den Grundsätzen dieser Theorie nicht nur die Erklärung aller Erscheinungen, die die gegenseitigen Wirkungen verschiedener magnetischen Körper und die Mittheilung des Magnetismus derselben darstellt, sondern auch die Wirkung her, die der Magnetismus der Erdkugel

auf die Magnetnadeln ausübt, und die Veränderungen, die man in der Abweichung und Neigung dieser Nadeln in verschiedenen Längen beobachtet.

Diejenigen unter diesen Erscheinungen, die paradox scheinen, und von denen wir einige angeführt haben, sind nur nothwendige Folgerungen aus der Theorie, und einige Thatsachen, die es unmöglich schien, darauf zurückzuführen, lassen sich dadurch eben so leicht erklären. Nie ist eine Theorie besser aufgestellt, als wann die Schwierigkeiten, die beim ersten Augenblicke gegen sie zu streiten, und dieselbe zu widerlegen, schienen, sich in Beweise verwandeln, und ihre stärkste Vertheidigung werden.

Man muß inzwischen gestehen, daß unter den Grundsätzen, auf welchen die Theorie des Herrn Aepinus beruht, sich einer befindet, der sich so sehr von den Grundsätzen der gesunden Physik zu entfernen scheint, daß der Verfasser lange Bedenken trug, ihn anzunehmen, und sich nur erst nach einer reifern Un-

tersuchung dazu entschloß. Dieser Grundsatz besteht darin, daß die eigenen Grundmassen der Körper eine gegenseitige zurückstossende Kraft haben, so wie die Grundmassen des elektrischen und magnetischen Fluidums selbst. Herr Aepinus zeigt, daß das Daseyn dieser Kraft eine nothwendige Folge derjenigen von den beiden Kräften sey, von denen wir oben geredet haben, und die der Franklinischen Theorie zur Grundlage dienen.

Im Grunde hindert uns nichts, eine zurückstossende Kraft zwischen den Grundmassen der Körper und denen des elektrischen oder magnetischen Fluidums anzunehmen, weil, wie wir schon bemerkt haben, das Wort Kraft hier nur eine Thatsache ausdrückt, wovon man die Ursache nicht aufsucht. Alles, was man eigentlich gegen dergleichen Kräfte einwenden könnte, ist, daß sie sich nicht mit dem Grundsatze der allgemeinen Gravitation räumen lassen. Da aber die zurückstossenden Kräfte, auf die es hier ankommt, ihre Wirkung nur in dem besondern Falle der elektri-

schen und magnetischen Erscheinungen äussern, und da diese Wirkung, wie durch entgegengesetzte Kräfte fest gehalten, sich nicht äussert, wenn die Körper in ihren natürlichen Zustand zurücktreten, wie man es in der Folge dieses Werks sehen wird, so wird die allgemeine Gravitation nicht weniger eine allgemeine Kraft seyn, die nur lokale und vorübergehende Störungen erleidet, die durch die Erscheinungen der Elektricität und des Magnetismus verursacht werden.

Endlich ist es sehr wahrscheinlich, daß man, bei näherer Bekanntschaft mit der Natur dieser Erscheinungen, entdecken wird, daß sie von zweien zugleich wirkenden Flüssigkeiten herrühren, die so beschaffen sind, daß die Grundmassen einer jeden von ihnen die Eigenschaft besitzen, sich gegenseitig zurückzustossen, *) und zu gleicher Zeit die Grundmassen

---

*) Die allgemeine Gravitation hindert die Naturforscher nicht, eine gegenseitige Zurückstossung der Grundmassen eines elastischen Fluidums bei dem

des andern Fluidums anzuziehen, so daß jede von diesen beiden Flüssigkeiten das Geschäft verrichte, das Hr. Aepinus den eignen Grundmassen der Körper zuschreibt. *)

Hiermit verhalte es sich indessen, wie es will, (und dies ist hier der wesentliche Punkt,) so müssen die vom Hrn. Aepinus bezeichneten Kräfte als gleich groß mit denen von der Natur angewandten betrachtet werden, und zu welcher Neigung man sich auch halte, so

---

Berührungspunkte anzunehmen. Also macht die Zurückstossung in der Entfernung, die Ursache davon seye auch welche sie wolle, keine Schwierigkeit in Ansehung der Anziehung.

*) Mehrere Gelehrte haben schon in gewissen Erscheinungen der Elektricität, Umstände wahrzunehmen geglaubt, die das Daseyn dieser beiden Flüssigkeiten beweisen. Der berühmte Hr. v. Saussüre drückt sich unter andern so aus: (Voyage dans les Alpes, Tom. II. p. 243.) „Je serois „porté à regarder le fluide électrique, comme „le résultat de l'union de l'élément du feu „avec quelqu'autre principe, qui ne nous est „pas encore connu: Ce seroit an fluide ana„loque à l'air inflammable, mais incompara„blement plus subtil.“

wird der Gang der Theorie beinahe derselbe seyn, und in den Folgerungen dieselben Wahrheiten und dieselbe Uebereinstimmung mit denen durch die Beobachtungen gegebenen Resultaten darbieten.

Hr. Aepinus nimmt noch mit mehrern Naturforschern das Daseyn eines mit der magnetischen Kraft begabten Kerns an, der im Mittelpunkte der Erdkugel liege. Diese Annahme hat im ersten Augenblick etwas sonderbares, und man würde sie, vielmehr als eins von denen Mitteln ansehen, zu denen man bisweilen, wegen der Schwierigkeit, gewisse Erscheinungen zu erklären, seine Zuflucht nimmt, als daß man sie als eine natürliche aus der Beobachtung von Thatsachen gezogene Folgerung ansehen sollte.

Sieht man aber eine von Zeit zu Zeit auf verschiedene Punkte der Erdkugel gebrachte magnetisirte Nadel Richtungen annehmen, die denen vollkommenen analog sind, die Statt haben würden, wenn man um einen natürlichen oder künstlichen sphärischen Magnet verschie-

dene Umkreise machte; sieht man sogar nicht magnetisirte eiserne Stangen bald wahre Magnete werden, bald die magnetische Eigenschaft nicht erhalten, je nachdem man ihm verschiedene Richtungen in Ansehung der Pole der Kugel und des Horizonts des Orts giebt, und dies sogar unter denselben Umständen, unter denen ein sphärischer Magnet ähnliche Resultate geben würde; erwägt man endlich, daß die Erdkugel, die eine so ausgezeichnete Wirkung auf das Eisen hat, um ihm die magnetische Kraft mitzutheilen, doch von den Magneten verschieden ist, die wir kennen, indem sie nicht so merklich, wie diese, das magnetisirte Eisen anzieht, und daß dieser Unterschied nothwendig in dem Falle Statt haben muß, wo die Wirkung der Kugel sich in einer sehr großen Entfernung äussert, so wird man unwillkührlich bewogen, mit Hrn. Aepinus zu schliessen, daß der Schöpfer aus weisen Gründen in den Mittelpunkt unserer Kugel einen Körper gelegt habe, der alle Eigenschaften der wahren Magnete besitzt, und diese Hy-

pothese, die Anfangs so viele Scheingründe gegen sich hatte, wird so wahrscheinlich, daß man fast nicht begreifen kann, daß sich die Sache anders verhalte. Wie viele Wahrheiten hat uns nicht die Physik kennen gelehrt, mit denen man sich durch ein mit Beweisen, auf denen sie beruhen, versehenes Studium hat bekannt machen müssen?

Hr. Aepinus wandte zuerst den Kalkul auf die Elektricität und den Magnetismus an. In allen Theorien, die bisher auf diesen beiden Zweigen unserer Kenntnisse erschienen waren, wurden die Erscheinungen mit Hülfe der bloßen Vernunft erklärt.

Der analytische Kalkul ist nichts als die Uebersetzung der Schlüsse in eine kürzere Sprache, die mit dem Vortheile, daß sie eine Menge von Combinationen in einen engen Raum bringt, auch den verbindet, daß sie den Geist unterstützt, und ihm Ruhe verschafft, indem sie ihm nie auf einmal mehr als eine Formel, in eine andere zu verwandeln, giebt. Diese Methode hat auch den Vorzug, daß sie

in die Resultate eine Strenge und Genauigkeit bringt, die alle Ungewißheit und allen Verdacht eines falschen Schlusses ausschließt. Da aber zu dieser Arbeit nur wenige Leser im Stande sind, und die Kenntniß der Erscheinungen bei der Elektricität und dem Magnetismus sehr ausgebreitet ist, so glaubte ich, daß ein Werk, worin man die Theorie, worauf es ankommt, ganz entfernt von allem Schein des Kalkuls darstellte, den Liebhabern der Physik nicht gleichgültig seyn könne. Dieser Gang hat übrigens auch seine Vortheile; er giebt den Geist der Methoden an, die der Kalkul anwendet, er entwickelt die Ideen, die die Formeln nur auf eine sehr allgemeine Art angeben; er zeigt die Verbindung des Grundsatzes mit denen daraus fliessenden Folgen und entfernt allen Schein von Widerspruch, unter dem sich gewisse Resultate zeigen, zu denen man sich nicht anders, als mit einer Art von Verwunderung, durch algebraische Beweise geführt sieht.

Uebrigens können Vernunftschlüsse nur in denen Untersuchungen mit einigem Erfolge die

Stelle des Kalkuls vertreten, die nicht zu der höhern Mathematik und zu den Eigenschaften der krummen Linien gehören. *) Dann wird die Hülfe des Kalkuls auf einmal nothwendig, und unserer Bewunderung würdig, wann er uns durch einen gleich kurzen und geraden Weg zu demselben Zweck führt, wohin wir mit Hülfe der Schlüsse nur durch einen weiten Umweg kommen würden, der vielleicht mehr Geisteskräfte von uns forderte, als wir besitzen.

Alles was man in dergleichen Fällen thun kann, ist, daß man beim Mangel dieser Hülfe, von der ich eben geredet habe, auf die möglichst deutlichste Art, zuerst die Untersuchung selbst, und dann das Resultat derselben dar-

---

*) Eben dies muß man auch von denen Materien sagen, die strenge Resultate fordern, so daß die Theorie nur in so weit gut bewiesen werden kann, als sie nicht nur die Gattung und Qualität, sondern auch genau die Quantität der Wirkungen anzeigt, die die Erscheinungen hervorbringen, und in den Anwendungen genau die Grenzen angiebt, in denen diese Wirkungen eingeschlossen sind.

stelle; und so habe ich mich auch hierzu in einigen Fällen genöthigt gesehen, wo der Kalkul den, für die sich selbst überlassene Vernunft unzugänglichen, Weg zu durchlaufen scheint. *)

Ob ich gleich aber die Theorie des Hrn. Aepinus für so einfach halte, daß man sie ohne Hülfe des Kalkuls darstellen könne, so wird man doch einsehen, daß ich mehr als ein Hinderniß zu überwinden hatte, um den unter dem Schleier analytischer Formeln verborgenen Geist der Beweise zu finden, und mit Hülfe der gemeinen Sprache einen Gang darzustellen, wobei stets vier verschiedene Kräfte zur Hervorbringung der elektrischen und magnetischen Erscheinungen wirken.

---

*) Um dieses Werk auch für diejenigen Liebhaber der Physik brauchbar und verständlich zu machen, die die höhere Mathematik nicht kennen, habe ich zu den Methoden des analytischen Kalkuls, so weit es mir möglich war, Beweise hinzugefügt, die sich auf die Grundsätze der Elementargeometrie gründen.

So sehr ich mich auch bemüht habe, zu gleicher Zeit deutlich und genau zu seyn, so will ich doch nicht leugnen, daß die Lesung dieses Werks eine ernsthafte und anhaltende Aufmerksamkeit, und jene Fertigkeit, seine Ideen zu verbinden, die man den Kalkul der Vernunft nennen könnte, erfordere. Sie verlangt auch, daß man eine Kenntniß von den Proportionen habe, eine Kenntniß, die sich in allen Lehrbüchern der Arithmetik findet, und die man sich in kurzer Zeit erwerben kann.

Ich bemühte mich nicht, die vom Herrn Aepinus in seinem Werke vorgeschriebene Ordnung zu beobachten, sondern ordnete die verschiedenen Theile seiner Theorie so, wie es mir zur Erreichung des vorgesetzten Zwecks am schicklichsten schien. Auch machte ich neue Anwendungen der Theorie auf Thatsachen, deren Erfindung erst nach des Herrn Aepinus Werk geschah, oder wovon er nur im Vorbeigehen geredet hatte, zum Beispiel die Kraft der elektrischen Spitzen, Funken und Büschel

u. s. w., so wie ich auch von verschiedenen Fällen eine Auflösung mitgetheilt habe, die Herr Aepinus aus Mangel an Kenntniß des Gesetzes, nach dem das elektrische und magnetische Fluidum in Entfernungen wirkt, unbestimmt gelassen hatte. Ich war zu diesen neuen Auflösungen durch die Entdeckung bewogen, die Hr. Coulomb von diesem Gesetze machte, und die er mir nach den sehr interessanten Abhandlungen bekannt zu machen erlaubte, die er über diesen Gegenstand der Akademie in den Jahren 1785 und 1787 vorlas.

Endlich wird man in diesem Werke nähere Erläuterungen über verschiedene Entdekkungen und neue Beobachtungen der Herren Lavoisier, la Place, Cassini ꝛc. finden.

So wird meine Arbeit, wenn ich das Glück gehabt habe, es der Aufmerksamkeit des Publikums würdig zu machen, mit dem Vortheile, daß es in einer für alle Stände von Lesern verständlichen Sprache eine der gelehrtesten bisher erschienenen Theorien darstellt, auch den verbinden, daß es eine Art von Er-

gänzung der Theorie abgiebt, wie sie ihr Erfinder gegeben hat.

Was die geometrischen Physiker betrifft, so glaube ich, mein Versprechen in ihrer Hinsicht erfüllt zu haben, wenn ich ihnen den Wunsch einflößen kann, die Erklärung der elektrischen und magnetischen Erscheinungen in dem noch zu wenig bekannten Werke selbst zu suchen, das so sehr verdient, unter die wenigen gezählt zu werden, die in der Geschichte der Wissenschaften Epoche machen müssen.

Bayerische Staatsbibliothek München

Theorie der Elektricität.

I. Allgemeine Grundsätze dieser Theorie.

§. 1.

Die ganze Theorie der Elektricität, wie sie Hr. Aepinus in seinen Werken entwickelt hat, gründet sich auf folgende zwei Grundsätze, die auch der Franklinischen Theorie zur Grundlage dienen.

1. Die Grundmassen der elektrischen Materie stossen sich gegenseitig zurück, selbst in ziemlich beträchtlichen Entfernungen.
2. Diese Grundmassen können von allen bekannten Körpern angezogen werden.

§. 2.

Das elektrische Fluidum ist wegen der ausserordentlichen Feinheit seiner Theile fähig, durch alle Arten von Körpern zu dringen, aber die Körper sind unter einander sehr verschieden, je nachdem der Durchgang durch ihre Poren geschieht. Alle diejenigen, die nicht durch sich selbst elektrisch sind, und die man der Kürze wegen unelektrische Körper nennt, lassen die elektrische Materie frei durchgehen, die sich in ihren Poren mit vieler Leichtigkeit bewegt.

Was die selbstelektrischen Körper (corps idio-électriques) betrifft, die durch das Reiben elektrisch werden, so glaubte Franklin, daß das Glas, welches zu diesen Körpern gehört, der elektrischen Materie den Durchgang versage. Hr. Aepinus ist gar nicht dieser Meinung. Er glaubt vielmehr, daß die elektrische Materie sich im Glaße bewege, und durch dessen Poren dringe, aber nur weit schwerer und langsamer, und er dehnt diese Eigenschaft auf alle andere selbstelektrische Körper aus, z. B. der Schwefel, die Harze, die trockne Luft u. s. w.

Wenn übrigens Hr. Aepinus von Anziehungen und Zurückstossungen spricht, so giebt er nicht vor, daß die Körper die Eigenschaft

besitzen, auf einander in der Entfernung zu wirken. Im Gegentheil betrachtet er den Satz als ein unbezweifeltes Axiom, daß ein Körper da nicht wirken kann, wo er sich nicht befindet. Die Ausdrücke: Anziehung und Zurückstossung bezeichnen nur Wirkungen, die der Verfasser für Grundsätze annimmt, und woraus er die Erscheinungen zu erklären sucht, ohne die unmittelbare Ursache dieser Wirkungen aufzusuchen. (S. d. Einleitung.)

§ 3.

Jeder Körper besitzt eine gewisse ihm eigene Menge von Elektricität, die man seine natürliche Menge von Elektricität nennen kann. Diese Menge steht mit seiner Masse in Verhältniß. So lange sie dieselbe bleibt, giebt der Körper kein äusseres Zeichen von Elektricität von sich; hieraus folgt, daß ein Gleichgewicht Statt findet zwischen der anziehenden Kraft, die ein Körper auf seine natürliche Menge von elektrischem Fluidum äussert, und derjenigen Kraft, vermöge welcher die Grundmassen, die diese Menge ausmachen, sich gegenseitig zurückstossen. Hat man aber eben diese Menge durch irgend ein Mittel vermehrt oder

vermindert, so wird das Gleichgewicht aufgehoben und der Körper ist im Stande, von aussem verschiedene elektrische Erscheinungen hervorzubringen.

Man sagt von einem Körper, daß er positiv oder negativ elektrisirt sey, wenn er mehr oder weniger als seine natürliche Menge von Elektricität besitzt. Man bedient sich auch in diesen Fällen der Ausdrücke in plus oder in minus elektrisirt.

§. 4.

Das Glas erhält durch das Reiben auf der geriebenen Oberfläche eine positive Elektricität. Diejenige, die man durch eben dieses Mittel dem Schwefel, dem Siegellack, und den harzigen Materien mittheilt, ist negativ. Wir werden in der Folge sehen, aus welchen Merkmalen man schliessen kann, ob die Elektricität eines Körpers positiv oder negativ sey.

II. Gesetze, denen die elektrische Materie nach den eben dargestellten Grundsäzzen unterworfen ist.

§. 5.

Die verschiedenen Erscheinungen, die von der Wirkung des elektrischen Fluidums abhängen, lassen sich überhaupt auf zwei Klassen zurückführen.

Die erste begreift diejenigen in sich, bei denen das Fluidum von einem Körper in den andern übergeht, der davon eine geringere Menge besitzt.

Die Erscheinungen der zweiten Klasse sind solche, bei denen die Körper selbst sich fortschreitend bewegen, und dadurch sich entweder einander nähern, oder von einander entfernen. Hr. Aepinus erklärt zuerst die Gesetze, die die elektrische Materie in den Fällen befolgt, die zu der ersten Klasse gehören, weil diese die einfachsten sind.

§. 6.

Man nehme an, daß ein Körper eine gewisse Menge von elektrischem Fluidum über seine natürliche Menge empfangen habe, oder daß er positiv elektrisirt sey. (§. 4). Es kommt darauf an, die Wirkung des Fluidums auf eine elektrische Grundmasse zu bestimmen, die nahe bei der Oberfläche des Körpers liegt.

So lange dieser Körper in seinem natürlichen Zustande sich befand, und folglich die anziehende Kraft seiner eigenen Materie in Ansehung der Grundmasse, worauf es hier ankommt, gleich war der zurückstossenden Kraft, die sein Fluidum auf dieselbe Grundmasse ausübte (§. 3.), so hielten diese beiden Kräfte einander das Gleichgewicht, und die Grundmasse blieb unbeweglich neben der Oberfläche des Körpers stehen, ohne weder angezogen noch zurückgestossen zu werden. Aber wegen des Zuwachses, den das in dem Körper verschlossene Fluidum erhalten hat, wird die zurückstossende Kraft dieses Fluidums selbst vermehrt, und da nun ihre Wirkung grösser ist, als die der anziehenden Kraft, so wird die Grundmasse nach Verhältniß des zu der natürlichen Menge des Fluidums hinzugekommenen Zuwachses zurückgestossen.

Da sich die übrigen neben der Oberfläche des Körpers liegenden Grundmassen mit der gegenwärtigen in gleichem Falle befinden, so wird die ganze von diesen Grundmassen gebildete Lage zurückgestossen und genöthigt, sich, wenn kein Hinderniß in den Weg tritt, vom Körper zu entfernen.

Stellt man sich nun das im Körper enthaltene Fluidum in eine Menge koncentrischer Lagen getheilt vor, so wird man leicht einsehen, daß diejenigen von diesen Lagen, die nahe an der Oberfläche des Körpers liegen, sich nach und nach vom Mittelpunkte entfernen; so daß ein fortdauernder Ausfluß von elektrischer Materie Statt finden wird, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt worden ist, oder der Körper nur seine natürliche Menge von Fluidum hat.

§. 7.

Nun denke man sich einen andern Körper, der einen Theil seiner natürlichen Menge von Elektricität verloren habe, oder der negativ elektrisirt sey. Da nun in diesem Falle die zurückstossende Kraft des Fluidums in Ansehung einer nahe an der Oberfläche des Körpers befindlichen Grundmasse geringer ist, als die anziehende Kraft der eigenen Materie dieses Kör-

pers in Ansehung derselben Grundmasse, so wird die Anziehung gegen diese einen Theil ihrer Wirkung ausüben; hieraus wird man schliessen, fast so wie wir es bei der positiven Elektricität gethan haben, daß ein fortdauernder Zufluß von elektrischer Materie in dem Körper Statt finden wird, bis er seine natürliche Menge von Elektricität wieder erhalten hat.

§. 8.

Zwei Ursachen können sich den so eben beschriebenen Wirkungen widersetzen, eine innere und eine äussere.

Die erste wird Statt finden, wenn der Körper zu denen gehört, die selbstelektrische heißen. (§. 2). Denn, da sich durch diese Art von Körpern das Fluidum nur mit vieler Mühe bewegen kann, so wird sein Ausfluß im ersten und sein Zufluß im zweiten Falle merklich aufgehalten werden.

Die andere Ursache kommt von der Natur der umliegenden Körper her, in dem Falle, daß diese ebenfalls selbstelektrisch sind z. B. eine sehr trockene Luft. Der Widerstand, den diese Körper der Bewegung der elektrischen Materie leisten, wird in den Ab- und Zuflüssen, wovon

wir geredet haben, einen ähnlichen Aufenthalt verursachen, wie die Natur des elektrisirten Körpers selbst. Man sieht hieraus, warum bei übrigens gleichen Umständen die Elektricität eines Körpers sich länger erhält, wenn dieser Körper selbst oder die ihn umgebenden selbstelektrische Körper sind.

§. 9.

Die Konduktoren der Elektrisirmaschinen verschaffen uns eine einfache Anwendung dieser Grundsätze, in Ansehung der unelektrischen Körper. Bei der gewöhnlichen Maschine mit der Scheibe überlassen die Küssen, die diese Scheibe reiben, ihr ohne Unterlaß einen Theil des elektrischen Fluidums, das sie enthalten, und wovon der Verlust auf Kosten der benachbarten Körper ersetzt wird, mit denen diese Küssen in Verbindung stehen. Das Fluidum wird hierauf aus der Scheibe durch die Spitzen genommen, die sich in den beiden äussersten Enden der Arme des Konduktors befinden, der dadurch positiv elektrisirt wird. Das Glas, welches den Konduktor unterstützt, und das unter die selbstelektrischen Körper gehört, verhindert durch den Widerstand, den es der Verbreitung der elektrischen Materie leistet, (§. 2.) daß sich das

Fluidum von dieser Seite entferne, und wenn die ihn umgebende Luft sehr trocken ist, so wird der Konduktor noch eine Zeitlang das in ihm befindliche überflüßige Fluidum behalten, sobald man aufhört, die Scheibe zwischen den Küssen zu reiben.

Wenn man alsdann eine metallose Spitze in einer geringen Entfernung von diesem Konduktor hält, so wird man einen kleinen leuchtenden und sehr kurzen Stern erblicken, der, wie wir sehen werden, eine positive Elektricität beweist. Dieser Stern wird von dem Ausfluße der elektrischen Materie des Konduktors bewirkt, deren Grundmassen sich vermöge ihrer gegenseitig zurückstossenden Kraft und der Anziehung der Spitze zu dieser neigen und in sie dringen, so wie wir es in der Folge erklären werden.

Man verfertigt auch Maschinen, deren Reiber abgesondert sind, so daß sie, wenn man ihr eignes Fluidum mit der Scheibe verbindet und kein neues Fluidum aus den benachbarten Körpern ziehen kann, stets eine negative Elektricität zu erhalten suchen. Alsdann geschieht ein beständiger Ausfluß der in dem Konduktor, welcher sich negativ elektrisirt, eingeschlossenen elektrischen Materie nach den Küssen zu.

Bringt man in diesem Falle eine metallene Spitze an den Konduktor, so wird man einen leuchtenden Funken oder einen länglichten Feuerbüschel hervorgehen sehen, der durch das Fluidum bewirkt worden ist, das aus der Spitze in den Konduktor geht, um ihm den erlittenen Verlust zu ersetzen. Man kann in den Abhandlungen der Pariser Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1772 die Beschreibung einer solchen vom Hrn. le Roy, Mitgliede dieser Akademie, erfundenen sehr schönen Maschine finden.

§. 10.

Bisher haben wir das Fluidum als gleichförmig in dem elektrisirten Körper vertheilt angenommen, aber es ereignet sich oft, daß in dem einen Theile dieses Körpers Ueberfluß an diesem Fluidum ist, während dem es in einem andern daran mangelt. Um zuerst diesen neuen Fall zu vereinfachen, stelle man sich einen Körper BC (Fig. 1.) vor, der in zwei gleiche Theile AB, AC getheilt ist, so daß das Fluidum von AC die natürliche Menge übertrifft, und das von AB geringer ist als diese Menge, indem das Verhältniß der erhaltenen Menge auf der einen zu der verlorenen Menge auf der andern Seite nach Willkühr veränderlich ist, man suche

die Wirkung dieses Körpers auf die zwei an seinen beiden äussersten Enden liegenden Grundmassen E, D.

Nach dem bereits Gesagten (§. 6 und 7.) wird der Theil AC eine zurückstossende Kraft auf die beiden Grundmassen äussern, zu derselben Zeit, da der Theil AB sie anzuziehen suchen wird. Aber wegen der Ungleichheit der Entfernungen, worin die beiden Grundmassen sich in Ansehung eines von den beiden Stücken AB, AC verhalten, ist es einleuchtend, daß die Grundmasse E von dem Stücke AC mehr zurückgestossen werden wird, als die Grundmasse D, und daß diese hingegen mehr durch den Theil AB angezogen werden wird, als die Grundmasse E. Nimmt man dieses an, so können sich verschiedene Fälle ereignen.

§. 11.

Um besser die bei jedem dieser Fälle vorkommenden Wirkungen einzusehen, muß man zuerst bemerken, daß zum Beispiel die Zurückstossung von AC gegen die Grundmasse E nach dem Verhältniß wächst, als die Menge des von AC erhaltenen Fluidums selbst größer ist. Auf der andern Seite wird die Anziehung von AB in Ansehung derselben Grundmasse auch

nach dem Verhältniß zunehmen, als die weggenommene, durch AB verlorene, Menge von Fluidum beträchtlicher ist. Da nun die Mengen des Fluidums der beiden Stücke als veränderlich angenommen worden ist, so sieht man ein, daß es zum Beispiel geschehen kann, daß die durch AB verlorene Menge so beschaffen sey, daß die daraus in Rücksicht auf die Grundmasse E entstehende zu große Anziehung genau die Verminderung ersetzt, die dieselbe Anziehung in Vergleichung mit der Zurückstossung von AC gegen diese Grundmasse wegen der größern Entfernung leidet. In diesem Falle wird die Grundmasse E unbeweglich bleiben.

§. 12.

Wenn im Gegentheil die durch AB verlorene Menge des Fluidums nicht hinreicht, um die Wirkung der Entfernung zu ersetzen, so wird die Zurückstossung von AC die Anziehung von AB übertreffen, und die Grundmasse E wird sich vom Körper A entfernen. Wenn endlich die von AB weggenommene Menge von Fluidum weit die Wirkung der Entfernung übersteigt, so wird man leicht einsehen, daß die Grundmasse E sich nach dem Körper A neigen wird.

§. 13.

Die Grundmasse D wird ihrer Seits nach diesen verschiedenen Fällen auch verschiedene Zustände erleiden. Wenn zum Beispiel die Grundmasse E unbeweglich bleibt, so wird die Grundmasse D eine fortschreitende Bewegung nach dem Körper A haben, weil sie dem Stücke AB näher ist, dessen anziehende Kraft in diesem Falle die zurückstossende Kraft von AC übersteigt, wie wir es so eben gesehen haben. Wenn die Grundmasse E nach dem Körper A sich neigt, so wird die Grundmasse D von eben diesem Körper noch weit mehr angezogen werden.

§. 14.

Ueberhaupt kann es sich nach den verschiedenen Graden der durch die beiden Theile des Körpers A ausgeübten Kräfte ereignen, daß das Fluidum auf einmal von zweien Seiten angezogen und zurückgestossen, oder von der einen Seite angezogen werde, während dem es von der andern Seite zurückgestossen wird, und so umgekehrt, oder daß es endlich von der einen Seite unbeweglich bleibt, während dem es von der andern angezogen oder zurückgestossen wird.

§. 15.

Alle diejenigen, die die Theorie des Hrn. Franklin kennen, wissen, daß bei einer auf die gewöhnliche Art geladenen Leidener Flasche die innere Bedeckung positiv, die äussere negativ elektrisirt ist. Da sich nun diese beiden Wirkungen bis auf eine gewisse Tiefe in das Glas, das den Bauch der Flasche bildet, erstrecken, so können wir dieses Glas mit seinen beiden Bedeckungen wie einen einzigen Körper betrachten, von dessen Theilen der eine mehr, der andere weniger elektrisirt ist.

Wir werden sehen, daß die Theorie in diesem Punkte vollkommen mit dem Resultate eines Versuchs übereinstimmt, den ein jeder leicht machen kann, und der die Wirkung der beiden Hälften der Flasche anzeigt. Hat man die Flasche gefüllt, so nehme man sie mit Hülfe eines an ihrem Knopfe befestigten Seils, und halte sie so mitten in der Luft, die sehr trocken seyn muß, aufgehängt. Hierauf nähere man einen Finger in einer kleinen Entfernung dem Bauche der Flasche. Es wird sich kein Funke dazwischen zeigen, hieraus folgt, daß, wenn die Flasche kein Zeichen von Elektricität an ihrer äussern Oberfläche von sich giebt, diese Oberfläche in Rücksicht auf das benachbarte Fluidum so

beschaffen ist, als wenn sie sich im natürlichen Zustande befände, das heißt, daß das Fluidum von dieser Seite weder angezogen noch zurückgestossen wird.

Wir haben aber gesehen (§. 13.), daß in dem Falle, wo eine von den beiden Grundmassen E, D, unbeweglich ist, die andere nothwendig entweder angezogen oder zurückgestossen werde, so daß nie von beiden Seiten zugleich ein Gleichgewicht Statt finden kann. Hieraus folgt, daß das nahe bei der innern Bedeckung der Flasche, die zu stark elektrisirt worden ist, befindliche Fluidum von dieser Bedeckung zurückgestossen werden müsse.

Dies läßt sich leicht beweisen. Denn, wenn man in einer kleinen Entfernung vom Knopfe der Flasche, der mit der innern Bedeckung einen Körper ausmacht, den Finger hält, so strömt ein Funke heraus, der den Ausfluß der elektrischen Materie aus dem Knopfe anzeigt. *) Alles dieses wird sich noch durch ei-

---

*) Dieser Funke wird gerade nicht durch den Knopf verursacht, welcher einen Zuwachs der zur innern Bedeckung dienenden Materie bildet. Wir werden in der Folge sehen, daß diese Bedeckung in diesem Falle, bei übrigens gleichen Umständen, auch ohne den Knopf einen Funken erzeugen kann.

nen besondern Abschnitt, worin wir vom Leidener Versuche handeln werden, besser aufklären.

§. 16.

Wir wollen hier ein Resultat nehmen, das uns in der Folge nützlich seyn wird. Wenn man annähme, daß der Ueberfluß des Fluidums von AC gerade eben so viel ausmache, als der Mangel des Fluidums von AB; so würde die Grundmasse D nothwendig in den Körper A zu dringen suchen, und die Grundmasse E würde davon zurückgestossen werden.

Um dies zu beweisen, wollen wir uns vorstellen, daß die beiden Stücke AC, AB, jedes für sich in einer bestimmten Entfernung auf die Grundmasse D wirke. Ferner denke man sich die zurückstossende Kraft von AC in einem bestimmten Punkte vereinigt. Die anziehende Kraft von AB kann man sich in dem diesem Stücke correspondirenden Punkte vereinigt vorstellen; denn das Gesetz, welches die Zurückstossung der elektrischen Theile in Entfernungen befolgen muß, seye, welches es wolle, so muß die Anziehung der Grundmassen des elektrischen Körpers selbst dasselbe Gesetz befolgen, sonst würde keine Ausgleichung zwischen dieser Anziehung

und Zurückstossung der Grundmassen des im natürlichen Zustande betrachteten Körpers Statt finden, welches der Erfahrung widerspricht (§. 3).

Hieraus folgt, daß die Anziehung, die AB gegen die Grundmasse D ausübt, in gegenwärtiger Hypothese, der Zurückstossung gleich ist, die AC gegen dieselbe Grundmasse ausübt, weil diese von der einen Seite durch AC nach Verhältniß des Ueberflusses an Fluidum dieses Stücks selbst zurückgestossen, und von der andern Seite durch AB nach Verhältniß desjenigen Theils der Masse von AB, der der Quantität des Fluidums, die als in AC getreten gedacht wird, das Gleichgewicht verschaffte, angezogenwird.

Im gegenwärtigen Falle, wo die Grundmasse D näher bei AB als bei AC liegt, wird also die Anziehung die Zurückstossung übertreffen, und die Grundmasse D wird nach dem Körper BC hin getrieben werden. Man sieht ein, daß zu gleicher Zeit die Wirkung des Körpers BC auf die Grundmasse zurückstossend seyn muß.

§. 17.

Wenn das Gleichgewicht zwischen den Kräften AC, AB gehoben ist, so ist klar, daß es

sich wieder herzustellen suchen wird; so daß ein Theil des Fluidums von AC in AB gehen wird, bis dieser Körper sich wieder in seinem natürlichen Zustande befindet. Dies geschieht langsam, wenn der Körper A selbstelektrisch ist, ist er aber unelektrisch, so wird das Fluidum in einem Augenblicke gleichförmig.

Man wird auch aus den verschiedenen Zuständen, worin sich die Grundmassen E, D, nach den verschiedenen eben angeführten Fällen befinden, schliessen, daß zuweilen, während des Uebergangs des Körpers zu seinem natürlichen Zustand, Fluidum aus AC gehen, oder aus demselben in das innere von AB dringen könne, und die Schnelligkeit, womit dieser Uebergang geschehen wird, wird auch von der Natur der umliegenden Körper und von der größern oder geringern Leichtigkeit abhängen, mit der die elektrische Materie durch dieselbe dringen kann.

§. 18.

Wenn das Fluidum nicht gleichförmig in jedem Theile des Körpers A vertheilt wäre, oder wenn, im Falle einer gleichförmigen Vertheilung, die beiden Theile unter einander nicht gleich wär/n, so würde man immer denen oben dargestellten analoge Resultate erhalten.

Es giebt unzählige verschiedene Fälle nach den verschiedenen Zuständen von AC und AB. Da aber jeder dieser Fälle mit dem so sehr einfachen Satze, den wir betrachtet haben, in Verhältniß steht, so wird er auch auf denselben zurückgeführt werden können.

Man stelle sich zum Beispiel vor, daß AC das doppelte oder dreifache oder ꝛc. von AB sey, und daß der Theil von Fluidum, der in diesem Stücke überflüssig ist, dem gleich sey, der in AB fehlt. Denkt man sich nun die Grundmasse D zwischen diesen beiden von einander getrennten Stücken liegend, so wird der Punkt, in dem man die zurückstossende Kraft von AC vereinigt voraussetzen darf, gewiß nicht eben die Lage, wie im vorhergehenden Falle haben (§. 16.); aber der Punkt, worin man die Grundmasse D setzen müßte, damit sie eben so stark von AB angezogen werde, wie sie von AC zurückgestossen wird, muß sich nothwendig zwischen den beiden Mittelpunkten der Wirkung beider Theile AB AC, wenn gleich in ungleichen Entfernungen von diesen Theilen, befinden. Da nun im gegenwärtigen Falle (Fig. 1.) die Grundmasse D eben so nahe beim Mittelpunkte der Wirkung von AB als von AC liegt, so wird diese Grundmasse immer in den

Körper AB zu bringen suchen, während dem die Grundmasse E sich davon zu entfernen strebt.

§. 19.

Wir kommen nun auf die Untersuchung der Gesetze, nach denen zwei elektrische Körper auf einander wirken. Es seyen A, B, (Fig. 2.) diese zwei Körper, die man zuerst in ihrem natürlichen Zustande voraussetzt. Da jede Wirkung gegenseitig ist, so ist es hinlänglich, die Wirkung des Körpers A auf den Körper B zu betrachten.

Es giebt vier Kräfte, die als Elemente bei dieser Wirkung zu betrachten sind.

1. Die eigene Materie von A zieht das Fluidum von B an sich.
2. Das Fluidum von A stößt das von B zurück.
3. Das Fluidum von A zieht die dem B eigene Materie an sich.
4. Die dem A eigene Materie äussert auch gegen die dem B eigene Materie eine Wirkung, die wir weiter unten bestimmen werden.

Zuerst ist es nach allem gesagten klar, (§. 3.) daß die Anziehung der dem A eigenen Materie gegen das Fluidum von B gleich ist

der gegenseitig zurückstoßenden Kraft der beiden Flüssigkeiten, denn es kommt hier auf den Körper B, der dem Körper A gegenüber liegt, wie auf irgend einen Theil eines Körpers in Ansehung eines andern Theils desselben Körpers an. Da nun also die beiden Kräfte, worauf es hier ankommt, gegen einander im Gleichgewichte stehen, so ist ihre Wirkung = o.

Zweitens, die erstere Kraft ist gleich der dritten, das heißt, so stark die dem A eigene Kraft das Fluidum von B anzieht, eben so stark zieht das Fluidum von A die dem B eigene Materie an.

Dies zu beweisen, müssen wir bemerken, daß die Neigung beider Körper gegen einander, vermöge der gegenseitigen Anziehung ihrer Flüssigkeiten und Massen, hier wie die Quantität der Bewegung im Falle des Gleichgewichts, das heißt, durch das Produkt der Massen und der Geschwindigkeiten geschätzt werden muß. Nimmt man dies an, so ist die Schnelligkeit, mit der jede Grundmasse des Fluidums von B sich gegen A neigt, um so größer, je beträchtlicher die eigene Materie oder die Masse von A ist. Diese Geschwindigkeit steht daher mit der Masse von A in Verhältniß. Also verhält sich die Quantität der Bewegung des Fluidums vom

B, oder das Produkt der Geschwindigkeit dieses Fluidums durch seine Masse, so wie die Masse von A selbst, multiplicirt durch die Masse des Fluidums von B. Man wird auch einsehen, daß die Kraft, mit der B vom Fluidum von A angezogen wird, sich wie die Masse dieses Fluidums verhält, die hier die Geschwindigkeit von B, multiplicirt durch die Masse von B, bestimmt.

Es sey M die Masse von A; Q sey die Quantität seines Fluidums; m die Masse von B; q die Quantität seines Fluidums; die beiden Anziehungen, oder die Quantitäten der Bewegung werden sich wie das Produkt von M durch q zum Produkt von Q durch m verhalten.

Da aber die natürlichen Quantitäten von Fluidum mit den Massen in Verhältniß stehen, so hat man M zu m, wie Q zu q, und wenn man die beiden äussern und die beiden mittlern Größen mit einander multiplicirt, so findet man, daß das Produkt von M durch q gleich ist dem Produkte von Q durch m; das heißt, daß die Quantitäten der Bewegungen, und folglich die erste und zweite der oben angeführten Kräfte, einander gleich sind. Da nun die erste der zweiten gleich und entgegengesetzt ist, so folgt daraus, daß die Wirkung der dritten nothwen-

dig durch eine vierte im Gleichgewichte gehalten werde, die ihr ebenfalls gleich und entgegengesetzt ist. Aber es bleibt nur noch für die vierte Kraft diejenige übrig, welche die dem A eigene Materie gegen die Materie von B äussert.

Hieraus schließt Hr. Aepinus:

1. Daß die Grundmassen der den beiden Körpern A und B eigenen Materie eine gegenseitige zurückstossende Kraft haben.
2. Daß diese Kraft einer jeden von den drei ersten Kräften gleich ist; das heißt, daß eine Gleichheit unter den vier Kräften, worauf es ankommt, Statt finde.

§. 20.

Obgleich das Daseyn einer gegenseitig zurückstossenden Kraft zwischen den eigenen Theilen der Körper aus den Grundsätzen der Theorie der Elektricität *), wie sie Hr. Franklin

---

*) Dieser Schluß ist nicht nothwendig, weil es wahrscheinlich ist, daß man die Sache anders wird erklären können, wenn die Natur des elektrischen Fluidums besser bekannt seyn wird. S. d. Einleitung.

und so viele andere Naturforscher nach ihm angenommen haben, unmittelbar zu folgen scheint; so leugnet doch der Verfasser nicht, wie wenig er sich Anfangs davon habe überzeugen können, daß die Kraft, wovon die Rede ist, in der Natur Statt habe. Aber er fügt hinzu, daß er nach einer reifern Ueberlegung in dieser Voraussetzung nichts gefunden habe, was der Analogie der Naturverrichtungen widerspreche, weil es eine Menge von Naturverrichtungen gebe, bei denen man zurückstossende Wirkungen unter den Körpern wahrnehme.

Die allgemeine, von Newton bewiesene, Schwere kann hier keine wahre Schwierigkeit verursachen. Denn, da die Wirkung der Zurückstossung, wovon ich geredet habe, durch die Wirkung des elektrischen Fluidums zerstört wird, so ist bei allen Körpern, die eine natürliche Menge von diesem Fluidum enthalten, diese Zurückstossung = Null in Ansehung der allgemeinen Anziehung, deren Wirkung auf verschiedene Körper sie nur in gewissen Fällen stört, wo diese äussere Zeichen von Elektricität von sich geben, woraus besondere Wirkungen entstehen, die man wie Ausnahmen des allgemeinen Gesetzes ansehen muß.

Wenn man dem Hrn. Aepinus einwirft, daß zwei entgegengesetzte Kräfte, wie die der Zurückstossung und Anziehung, bei derselben Sache nicht zugleich bestehen können, so antwortet er, daß, wenn man diese beiden Kräfte nicht wie in der Materie gegründet, sondern wie von äussern Ursachen hervorgebracht ansieht, er nicht des Widerspruchs beschuldigt werden könne, weil darin nichts widersprechendes liege, daß auf einen Körper zwei entgegengesetzte Kräfte zugleich wirken. So stossen sich zum Beispiel die Grundmassen eines elastischen Fluidums vermöge ihrer Federkraft gegenseitig zurück, ob sie gleich dem Gesetze der allgemeinen Schwere unterworfen sind.

§. 21.

Wir haben gesehen, daß zwei Körper A und B im natürlichen Zustande keine merkliche Wirkung gegen einander äussern, die man der Elektricität zuschreiben könne. Man stelle sich vor, daß das Fluidum von A durch eine gewisse Menge vermehrt worden sey. Nimmt man nun wieder die vier oben angeführten Kräfte an, nämlich:

1. Die Anziehungen von A gegen das Fluidum von B.

2. Die gegenseitige Zurückstossung der beiden Flüssigkeiten.

3. Die Anziehung des Fluidums vom A gegen B.

4. Die gegenseitige Anziehung von A und B.

so wird es leicht seyn, einzusehen, daß der Zuwachs an Fluidum von A die erste und vierte Kraft gar nicht verändert, weil das Fluidum von A nicht als Element bei diesen Kräften wirkt. Nur die zweite und dritte Kraft wird Veränderungen erleiden.

Nun verhält sich im natürlichen Zustande die zweite Kraft zur dritten (§. 19.), wie das Produkt der Massen der beiden Fluida zum Produkte des Fluidums von A durch die Masse von B. Da aber diese beiden Produkte gleich sind, wenn man ihren gemeinschaftlichen Faktor, der die Masse des Fluidums von A ist, mit einer und derselben Menge vermehrt, so ist es klar, daß sie sich noch immer einander gleich bleiben werden. Also wird im Falle, daß das Fluidum von A vermehrt werde, die zweite Kraft mit der dritten im Gleichgewichte stehen; und da die erste der vierten gleich ist, deren Wirkung sie im Gleichgewichte hält, so folgt daraus, daß der Körper A in gegenwärtiger

Hypothese auf den Körper B nicht anders, als im natürlichen Zustande eine Wirkung äussert.

Nimmt man im Gegentheil an, daß das Fluidum von B um eine gewisse Menge vermindert worden sey, so wird man finden, daß die zweite und dritte Kraft, so wie im vorhergehenden Falle, einander gleich sind.

§. 22.

Hieraus folgt, daß ein positiv oder negativ elektrisirter Körper keine Wirkung auf einen zweiten Körper habe, der sich im natürlichen Zustande befindet. Diese Folge scheint Anfangs, ob sie gleich unmittelbar aus der Theorie des Hrn. Franklin fließt, einer Thatsache zu widersprechen, die die Anhänger dieser Theorie angenommen haben, und die Erfahrung beim ersten Anblick zu bestätigen scheint; daß nämlich die positiv oder negativ elektrisirten Körper immer andere Körper an sich ziehen, die nur ihre natürliche Menge von Elektricität haben.

Alles kann aber mit einander bestehen, wenn man eine andere Thatsache annimmt, deren Daseyn in der Folge bewiesen werden wird, und die darin besteht, daß kein Körper im natürlichen Zustande sich einem andern elektrisirten Körper nähern könne, ohne selbst den natürli-

chen Zustand zu verlassen und elektrisch zu werden. Da es nun vermöge eines neuen Zustandes dieses Körpers geschieht, daß der andere eine merkliche Wirkung auf ihn äussert, und da die Ursache, die ihn elektrisch macht, sehr schnell wirkt, so ist es nicht zu verwundern, daß man diesen Körper wie im natürlichen Zustande befindlich betrachtet hat, zu der Zeit, da der andere auf ihn wirkte, und daß die wahre Erklärung dieser Erscheinung den Anhängern der Franklinischen Theorie entgangen ist.

§. 23.

Man nehme nun an, daß die Körper A und B positiv elektrisirt seyen. Um die daraus entspringende Wirkung einzusehen, erinnere man sich, daß in dem Falle, wo der Körper A allein positiv elektrisirt war, die zweite und dritte der vier oben erwähnten Kräfte (§. 21.) in gleichem Verhältniß vermehrt worden sind, während dem die beiden andern Kräfte dieselben bleiben.

Wenn nun B selbst positiv elektrisirt ist, so ist klar:

1. Daß die erste Kraft, nämlich die Anziehung von A auf das Fluidum von B vermehrt werden wird.

2. Daß die zweite Kraft, das heißt, die gegenseitige Zurückstossung der beiden Fluida, die schon größer war als die erste Kraft, einen neuen Zuwachs erhalten wird.

3. Daß die beiden andern Kräfte keine Veränderung erleiden, weil das Fluidum von B nicht als Element bei diesen Kräften wirkt. Nimmt man dieses an, so ist es leicht, einzusehen, daß das Gleichgewicht wird aufgehoben werden; so daß die Anziehungen und Zurückstossungen sich nicht mehr gleich bleiben, sondern daß die letztern die Oberhand erhalten werden.

Denn in dem Falle, daß der Körper A allein positiv elektrisirt wurde, war die erste Kraft der vierten gleich und entgegengesetzt, die zweite war gleich und entgegengesetzt der dritten, so daß jede von diesen größer ist, als irgend eine der beiden andern.

Nimmt man nun, der größern Einfachheit wegen, an, daß der Zuwachs an Fluidum von B in dem Falle, daß dieser Körper auch positiv elektrisirt ist, fähig sey, die zweite Kraft oder die gegenseitige Zurückstossung der beiden Fluida zu verdoppeln, so wird das Gleichgewicht nur

in so fern bestehen können, als derselbe Zuwachs zugleich eine andere der zweiten gleiche und entgegengesetzte Kraft verdoppelt; aber nur die dritte Kraft befindet sich in letzterm Falle.

Da nun der Zuwachs an Fluidum von B keine Veränderung in dieser dritten Kraft verursacht, sondern nur in der ersten, die auch verdoppelt wird, weil die Wirkung des Fluidums von B einer ihrer Grundstoffe ist; so wird, da diese Kraft kleiner als die zweite ist, die Zurückstossung dieser letztern, weit mehr vermehrt werden, als die Anziehung der ersteren; hieraus folgt, daß die Summe der Zurückstossungen die der Anziehungen übertreffen werde, so daß die beiden Körper A, B sich gegenseitig zurückstossen werden.

Stellt man sich nun vor, daß die beiden ersten Kräfte, statt verdoppelt zu werden, in einem ganz andern Verhältniß sich vermehrt haben, so wird daraus immer folgen, daß die erste kleiner sey, als die zweite; so daß in allen Fällen eine Zurückstossung unter den Körpern A und B Statt findet. *)

*) Um dies Resultat leichter zu erhalten, kann man mit Hülfe der Zahlen davon die Anwendung auf einen besondern Fall machen. Man stelle sich z.

§. 24.

Nimmt man nun im Gegentheile an, daß A positiv, B negativ elektrisirt sey, so wird man durch einen Schluß, der dem gleicht, wie wir ihn im vorhergehenden Falle gemacht haben, einsehen, daß die zweite Kraft, welches dieje-

---

B. unter 2 eine jede von den vier angeführten Kräften im natürlichen Zustande vor, und denke sich zuerst A allein positiv elektrisirt, so daß sein Fluidum verdreifacht werde. Die zweite Kraft, das heißt, die gegenseitige Zurückstossung der beiden Fluida, und die dritte, nämlich die Anziehung des Fluidums von A auf B, wird auch verdreifacht werden, und der Ausdruck von jeder wird 6 seyn. Die erste Kraft, nämlich die Anziehung von A in Ansehung des Fluidums von B, und die vierte, oder die Zurückstossung von A auf B, werden keine Veränderung erleiden. Die Summe der beiden Anziehungen und Zurückstossungen wird also = 6 † 2 oder 8 seyn, hieraus folgt, daß noch ein Gleichgewicht Statt finden wird.

Bei diesen Umständen stelle man sich vor, daß das Fluidum von B verdoppelt sey, so wird die erste Kraft, welche 2 war, = 4 werden; und die zweite, welche 6 war, wird = 12 werden. Die dritte wird immer 6 und die vierte immer 2 seyn. Da nun die erste und dritte anziehend, die zweite und vierte aber zurückstossend sind, so wird die Summe der Anziehungen 4 † 6 oder 10, die Summe der Zurückstossungen wird 12 † 2 oder 14 seyn, hieraus folgt, daß die Zurückstossungen die Oberhand behalten werden.

nige ist, wodurch die beiden Fluida sich zurückstossen, durch die Verminderung des Fluidums von B abnimmt, so daß sie einen größern Theil ihrer Wirkung als die erste verliert. Diese positive wird also die Oberhand behalten, und die beiden Körper werden sich gegenseitig anziehen.

§. 25.

Man stelle sich endlich die Körper A, B beide negativ elektrisirt vor, so wird die zweite und dritte Kraft eben so viel vermöge der einzigen negativen Elektricität von A verlieren, das Gleichgewicht würde daher noch in dieser Hinsicht bestehen. Aber vermöge der negativen Elektricität von B wird die zweite Kraft, die kleiner als die erste geworden ist, weniger von ihrer Wirkung verlieren; denn, wenn sie zum Beispiel um die Hälfte vermindert worden ist, so ist es einleuchtend, daß durch eine ähnliche Verrichtung die erste, beträchtlichere, mehr abnehmen müsse. *) Da also die zweite Kraft

*) Man muß bemerken, daß, so wie die Resultate durch die Differenz zwischen der Summe der Anziehungen und der der Zurückstossungen gegeben sind, die Zunahme oder der Verlust der Kräfte durch absolute Mengen geschätzt werden müsse.

zurückstossend ist, so wird die Summe der Zurückstossungen die Summe der Anziehungen übertreffen, und die beiden Körper werden sich von einander entfernen.

§. 26.

Man kann leicht diese Resultate durch die Erfahrung beweisen. Man nehme zwei kleine Ballen von Korkholz oder von Hollundermars f, h (Fig. 12), und hänge sie vermittelst Pferdehaare an die äussersten Enden zweier gekrümmten Stengel AB, CD, die aus einer selbstelektrischen Materie, zum Beispiel Glas, Siegellack ꝛc. verfertigt und an den Aufhängungspunkten e, n mit zweien metallenen Kugeln besetzt sind; diese beiden Stengel richte man so, daß die Ballen f, h in einer kleinen Entfernung von einander sich befinden, wie es die Figur zeigt.

Wenn man durch das Reiben eine gläserne Röhre elektrisirt hat, die, wie man weiß, in diesem Falle die positive Elektricität erhält, so berühre man zu gleicher Zeit die beiden Aufhängungspunkte e, n. Sogleich werden die beiden Ballen f, h, indem sie selbst positiv elektrisirt worden sind, so wie es in der Folge wird bewiesen werden, sich gegenseitig zurückstossen, welches das erste Resultat ist.

§. 27.

Man weiß, daß das Siegellack durch das Reiben von seiner elektrischen Materie verliert. Wenn man also einen der Aufhängungspunkte, wie e mit einer so elektrisirten Stange Siegellack, den andern Punkt n aber mit der Glasröhre, wovon ich weiter oben geredet habe, reibt, so werden die beiden Ballen, indem jeder von ihnen eine Elektricität erhält, die derjenigen des Körpers analog ist, der seinen Aufhängungspunkt berührt, sich in verschiedenen Zuständen befinden, und man wird sie sich gegen einander neigen sehen. Dies giebt das zweite Resultat.

§. 28.

Was das dritte Resultat betrifft, so weiß man nach dem Gesagten, daß es nur darauf ankommt, auf einmal die beiden Aufhängungspunkte e, n mit einer durchs Reiben elektrisirten Stange Siegellack zu berühren. Die Wirkung dieser Berührung wird sich durch die gegenseitige Zurückstossung der beiden Ballen äussern.

§. 29.

Hieraus folgern wir:

1. Daß, wenn Ueberfluß und Mangel zu gleicher Zeit in zweien Körpern Statt findet, sie sich gegenseitig zurückstossen werden.
2. Daß, wenn Ueberfluß an Fluidum in einem, und Mangel im andern ist, sie sich gegenseitig anziehen werden.

§. 30.

Es kann geschehen, (und dieser Fall ereignet sich sehr oft), daß das Fluidum nicht gleichförmig in den beiden Körpern A, B verbreitet ist, sondern daß in einigen Theilen dieser Körper Ueberfluß daran ist, während dem in den andern Theilen sich weniger als die natürliche Menge befindet; wir nehmen Anfangs, der größern Einfachheit wegen, einen Körper A (Fig. 3.) an, in dem Zustande, worin wir ihn betrachtet haben (§. 10.), das heißt, in zwei Theile AC und AB getheilt, deren erster positiv, der andere negativ elektrisirt sey. Wir haben gesehen, daß es nach den Verhältnissen der hinzugekommenen und weggenommenen Menge des in AC und AB enthaltenen Fluidums geschehen konnte, daß eine von den Grundmassen E, D, unbeweglich blieb, oder nach dem dem

Körper A correspondirenden Ende gezogen, oder davon zurückgestossen wurde.

Nun stellen wir uns einen andern Körper G in der Nähe vom Theile AC befindlich vor. Es ist klar, daß, wenn dieser Körper in seinem natürlichen Zustande sich befindet, der Körper A keine Wirkung auf ihn haben wird (§. 22). Es bleibt nur noch übrig, die Fälle zu untersuchen, wo G selbst positiv oder negativ elektrisirt wird.

Um die Wirkungen des Körpers A auf den Körper G zu schätzen, wollen wir sie mit denen vergleichen, die er gegen die Grundmasse E äussern würde. Es werde zuerst die Grundmasse eben so stark angezogen, wie zurückgestossen, und der Körper G befinde sich im positiven Zustande, so ist klar, daß der Theil AB, da er in einer größern Entfernung von der Grundmasse E liegt, als der Theil AC, nur wegen zu grosser negativen Elektricität mit der zurückstossenden Kraft dieses Theils das Gleichgewicht hält. Wenn man nun einsieht, daß die Grundmasse E sich vom Körper nach der Richtung RN entfernt, so ist es leicht, zu begreifen, daß sie sich nach Verhältniß mehr von AC als von AB entfernen wird.

Denn wir nehmen an, sie wäre auf die Oberfläche des Körpers A angewandt, und befände sich einen Zoll weit vom Mittelpunkte des Stücks AC, welches ich hier zum Vergleichungsausdruck annehme, und zwei Zolle weit vom Mittelpunkte des Theils AB entfernt. Wenn sie sich also zum Beispiel um einen Zoll weit in der Richtung RN entfernt hat, so wird sie zwei Zoll weit vom Mittelpunkte von AC, und drei Zoll vom Mittelpunkte von AB entfernt seyn. Die erste Entfernung wird also verdoppelt werden, während dem die zweite nur in dem Verhältnisse von zwei zu drei vermehrt wird.

Man sieht hieraus, daß die Grundmasse E sich nicht vom Körper A entfernen kann, ohne daß sich die Zurückstossung von AC auf diese Grundmasse in einem größern Verhältnisse vermindert, als die Anziehung von AB. Es wird daher die Anziehung überall, ausser beim Punkte E, wenn man nach N geht, stärker seyn, als die Zurückstossung. Der Körper A wirkt daher auf die Grundmasse E in allen bei N liegenden Punkten, wie ein Körper im negativen Zustande wirken würde. Da nun der Körper G, welcher positiv ist, von einem Körper im natürlichen Zustande nur wegen seines Ueberflusses an Fluidum verschieden ist, so kann jede Wirkung wie

gegen diesen Ueberfluß gerichtet, angesehen werden; hieraus folgt, daß man diese Wirkung derjenigen ähnlich machen kann, die bei der Grundmasse E Statt findet. Die Entfernung also, in der man den Körper G setzt, seye auch, welche sie wolle, so wird er durch den Körper A angezogen werden.

Es ist daher leicht, einzusehen, daß, wenn G im negativen Zustande sich befände, er zurückgestossen werden würde, statt angezogen zu werden, in welcher Entfernung vom Körper A man ihn auch setze.

§. 31.

Man stelle sich vor, die Grundmasse E werde mehr zurückgestossen, als angezogen. Nimmt man nun an, daß sie die Oberfläche des Körpers A verlasse, um sich gegen N zu neigen, indem die zurückstossende Kraft von AC gegen diese Grundmasse in einem größern Verhältnisse als die anziehende Kraft von AB sich vermindert, so begreift man, daß es einen Punkt geben müsse, wo die Entfernung die allzu starke anziehende Kraft vermindert, so daß die beiden Kräfte sich einander das Gleichgewicht halten; und daß in diesem Punkte die Grundmasse E, sich selbst überlassen, unbeweg-

lich bleibt. Ueber diesen Punkt hinaus wird die anziehende Kraft von AB, indem sie in einem immer geringern Verhältnisse abzunehmen fortfährt, als die zurückstossende Kraft von AC, das Uebergewicht erhalten; so daß die Grundmasse in allen jenseits desjenigen liegenden Punkten, wo es im Gleichgewichte stand, angezogen werden wird.

Es sey R dieser letzte Punkt; man ziehe die Verticallinie OP; stellt man sich nun vor, daß diese Verticallinie durch den Körper G gehe, den man sich im positiven Zustande denkt, so ist es leicht, einzusehen, daß der Theil OM dieses Körpers mehr zurückgestossen als angezogen, und daß im Gegentheil der Theil OS mehr angezogen als zurückgestossen werde. Man kann sich immer den Körper durch die Linie OP getheilt denken, so daß die Zurückstossung des einen Theils gleich sey der Anziehung des andern; hieraus folgt, daß es eine Lage geben müsse, worin der Körper G unbeweglich bleiben würde. Eben so sieht man ein, daß sich dieser Körper nicht von R nach E bewegen könne, ohne mehr zurückgestossen als angezogen zu werden.

Wenn der Körper G sich im negativen Zustande befände, so würde man ähnliche Resul-

tate erhalten, aber in einem entgegengesetzten Sinne, so daß dieser Körper unter denselben Umständen zurückgestossen werden würde, unter denen er im positiven Zustande angezogen worden ist, und so umgekehrt.

§. 32.

Wendet man nun auf die Grundmasse D dieselben Schlüsse an, wie bei E, so wird man sehen, daß es auch zuweilen nach den verschiedenen Zuständen der Theile des Körpers A geschehen könne, daß ein neben AB liegender Körper im positiven oder negativen Zustande bald unbeweglich bleibt, bald angezogen oder zurückgestossen werde.

§. 33.

Wir haben gezeigt (§. 16.), daß, wenn der Ueberfluß von in AC enthaltenen Fluidum gleich ist dem Mangel an Fluidum von AB, die Grundmasse D angezogen und die Grundmasse E durch den Körper A zurückgestossen werde. Man wird leicht aus diesem Resultate und allem bisher gesagten schliessen können, daß, wenn man sich den Körper G in eben diesem Falle im positiven Zustande denkt, er in allen Entfernungen zurückgestossen, und daß er im

Gegentheil angezogen werde, wenn er sich im negativen Zustande befindet.

Dieser Schluß setzt aber voraus, daß die beiden Theile des Körpers A eine merkliche Dicke haben. Denn, wenn man es durch irgend ein Mittel dahin bringen könnte, daß man sich bei ihnen nur eine unendlich kleine Dicke dächte, so wird man einsehen, daß alsdann der Körper G, wenn er in gleichen Entfernungen von den beiden Theilen des Körpers A liegt, eben so stark zurückgestossen als angezogen, und daß er folglich in allen Entfernungen unbeweglich bleiben würde.

Hr. Aepinus hat diesen letzten Fall durch einen sonderbaren Versuch dargestellt. Dieser Naturforscher nahm zwei einige Zoll dicke Glasplatten, und befestigte mitten auf der Fläche einer jeden einen gläsernen Stiel, den er mit Wachs darauf klebte. Hierauf rieb er diese Platten verschiedene male an ihren noch freien Flächen gegen einander; ließ sie in dieser unmittelbaren Berührung, und brachte hierauf die hintere Oberfläche einer von ihnen nahe bei einem kleinen, an einem seidenen Faden aufgehängten, Ballen von Korkholz.

Wäre der Apparat fähig gewesen, einige Zeichen von Elektricität von sich zu geben, so

würde dieser Ballen sogleich elektrisirt worden seyn, vermöge der Nähe der beiden Glasplatten, wie wir unten sehen werden; hierauf würde er bis an dem Berührungspunkt angezogen, und alsdann zurückgestoßen worden seyn. Inzwischen blieb der Ballen in allen Entfernungen unbeweglich, denn während des gegenseitigen Reibens der beiden Platten war ein Theil des, in derjenigen Platte, die mehr zum weichen geneigt war, enthaltenen Fluidums in die andere übergegangen, so daß die erste eine negative, die zweite eine positive Elektricität erhalten hatte.

Da sich aber diese an sich ziemlich unbeträchtliche Wirkung nur auf eine unendlich kleine Tiefe in jeder Platte erstreckte, so daß nur die Berührungsflächen merklich elektrisch wurden, da die Entfernungen zwischen diesen Oberflächen und dem Ballen von Korkholz einander gleich angenommen worden sind, so erfuhr dieser letztere keine Wirkung von Seiten des Apparats. Sobald man hingegen die beiden Glasplatten von einander entfernte, wurde der Ballen sogleich von der benachbarten Platte angezogen, hierauf aber wieder zurückgestoßen, sobald er diese Platte berührt hatte. Wir werden in der Folge eine nähere Erklärung von diesen auf

einander folgenden Anziehungen und Zurückstossungen geben.

§. 34.

Jetzt müssen wir den Fall untersuchen, wo jeder der beiden Körper DB, FH so beschaffen ist, daß seine beiden Theile sich in verschiedenen, es seyen positive oder negative, Zuständen befunden. Es seyen zuerst die Theile ED, FG im positiven und die Theile BC, GH im negativen Zustande. Wir sehen ein, daß in dem Falle, wo der Theil FG allein da ist, er durch den Körper C, in welcher Entfernung von diesem Körper man ihn auch setze, zurückgestossen werde. Die Wirkung von C ist in diesem Falle überall dieselbe, als wenn er im positiven Zustande sich befände.

Betrachten wir nun die Wirkung, welche der Zusatz des Theils GH, der sich im negativen Zustande befindet, hervorbringen muß, so können wir uns vorstellen, daß die von diesem Theile weggenommene Menge von Fluidum mit der hinzugekommenen Menge des Fluidums von FG in einem solchen Verhältnisse stehe, daß sich darin ein Punkt befinde, wo sie genau den Unterschied der Entfernungen, worin sich die beiden Theile des Körpers G in Ansehung des

Körpers C befinden, ersetzt, so daß die Wirkung der Anziehung auf GH der Wirkung der Zurückstossung auf FG gleich ist. In diesem Falle wird der Körper G unbeweglich bleiben.

Rückt man diesen Körper nun näher an den Körper C, so wird, indem der Theil FG, der im positiven Zustande sich befindet, sich dem Körper C in einem größern Verhältnisse als der im negativen Zustande befindliche Theil GH nähert, die Anziehung die Oberhand erhalten. Der Körper G wird hingegen angezogen werden, wenn man ihn weiter rückt als in der Entfernung, worin er unbeweglich geblieben seyn würde.

Aehnliche Resultate wird man für den Fall erhalten, wo der Theil FG im negativen, der Theil GH aber im positiven Zustande sich befindet, ausgenommen, daß da Anziehung Statt finden wird, wo im vorhergehenden Falle Zurückstossung Statt fand, und so umgekehrt.

§. 35.

Wenn die Mengen von Fluidum in den beiden Theilen des Körpers C so beschaffen sind, daß der Theil FG, den wir uns wieder als positiv und in der Nähe von C liegend denken, angezogen werde, hierauf aber in einer größern

Entfernung unbeweglich bleibe, und endlich in einer noch größern Entfernung zurückgestossen werde, so ist klar, daß der Körper C in dieser Hypothese zuerst wie ein negativ elektrisirter, hierauf wie ein im natürlichen und endlich wie ein im positiven Zustande befindlicher Körper wirken wird; dieser Fall ist mehrerer Auflösungen fähig.

Für unsern Gegenstand wird es genug seyn, den Erfolg zu beobachten, wenn der Körper G in der Gegend bleibt, wo der Körper C wie ein negativer wirkt. Man sieht ein, daß das Verhältniß der in den Theilen FG, GH enthaltenen Mengen von Fluidum so beschaffen seyn kann, daß in einer gegebenen Entfernung die Wirkung der Anziehung, welche in Ansehung des Theils FG allein Statt gehabt haben würde, durch eine gleiche und entgegengesetzte Wirkung im Gleichgewicht gehalten werde; und in diesem Punkte wird der Körper G unbeweglich bleiben.

Diesseits dieses Punkts wird der Körper G nach dem Körper C gezogen werden, weil die Entfernung von FG in Ansehung des Körpers C nach dem Verhältniß der Entfernung von GH wird vermindert werden: (§. 30.) jenseits dieses Punkts wird er angezogen werden.

Wenn im Gegentheile FG der negativ elektrisirte und GH der positiv elektrisirte Theil ist, so wird man analoge Erscheinungen erhalten, nur mit dem Unterschiede, daß die anziehenden Kräfte die Stelle der zurückstossenden einnehmen werden, und so umgekehrt.

§. 36.

Wenn man endlich BC positiv, CD negativ elektrisirt annimmt, und wenn das Verhältniß der Mengen von Fluidum in diesen beiden Theilen so beschaffen ist, daß der Theil FG, da er positiv ist und in der Nähe von C liegt, zurückgestossen werde; hierauf in einer größern Entfernung unbeweglich bleibe, und dann in noch entfernteren Punkten angezogen werde, so kann man durch eine ähnliche Folgerung einsehen, daß der Körper G in einer gewissen Nähe von C zurückgestossen werden; in einer weitern Entfernung unbeweglich bleiben, und in einer noch weitern Entfernung angezogen werden könne.

Aus allem vorhergehenden schliessen wir, daß, wenn die beiden Theile eines Körpers C sich in zwei verschiedenen elektrischen Zuständen befinden, und wenn in einer gewissen Entfernung von diesem Körper ein anderer Körper G

liegt, der mehr oder weniger elektrisirt ist, oder dessen beide Theile verschieden elektrisirt sind, die gegenseitige Lage der Theile dieser beiden Körper seye übrigens, welche sie wolle, man sich immer einen Punkt denken könne, wo der Körper G unbeweglich bleiben würde, und andere diesseits und jenseits liegende Punkte, worin der Körper G entweder mehr angezogen als zurückgestossen, oder mehr zurückgestossen als angezogen werde.

Wir müssen inzwischen bemerken, daß diese Voraussetzungen nur in dem Falle Statt haben können, wo wir im Stande sind, die Mengen von Fluidum in diesen beiden Körpern und das Verhältniß solcher Mengen, welche ihre verschiedenen Theile enthalten, nach unserer Willkühr zu verändern. Wir werden weiter unten bei der Lehre von den Anziehungen und Zurückstossungen sehen, wie diese Voraussetzungen, gewissen Bedingungen unterworfen seyn können, welche die Resultate in bestimmte Grenzen einschliessen.

§. 37.

Wenn die beiden Körper DB, FH in mehr als zwei Theile getheilt wären, die in verschiedenen elektrischen Zuständen, einem positiven

und negativen, sich befänden, so wäre es immer möglich, die Schätzung ihrer gegenseitigen Wirkung auf die zwei ganz positiv oder ganz negativ elektrisirten Körper, so wie diejenigen in den §. 23, 25 und 27 sind, zurückzuführen.

Wir stellen uns zum Beispiel einen Körper AD (Fig. 5.) in drei Theile getheilt vor, wovon der erste Theil CD sich im positiven, der zweite BC im negativen und der dritte AB im positiven Zustande befindet. Verläßt man einen Augenblick den Theil AB, und betrachtet nur die Wirkung der beiden andern Theile CD, BC auf eine Grundmasse f, so wird man nach den im §. 10. und den folgenden dargestellten Grundsätzen ein Resultat finden, welches zeigen wird, ob der aus den beiden Theilen DC, CB zusammengesetzte Körper DB in Ansehung der Grundmasse f sich im natürlichen, positiven oder negativen Zustande befindet.

Gesetzt, das Resultat gebe für DB einen negativen Zustand. Man betrachte den ganzen Körper DA, wie aus zwei Theilen zusammengesetzt, wovon der eine Theil sich im positiven, der andere aber im negativen Zustande befindet, und dann die Wirkung dieses Körpers auf eine nahe am Ende A liegende Grundmasse b. Aus dieser Untersuchung wird folgen, daß die Grund-

masse b entweder unbeweglich bleibe, oder durch den Körper DA angezogen oder zurückgestossen werde. Man wird hieraus die Wirkung dieses Körpers auf einen andern, in einer kleinen Entfernung liegenden, Körper G, so wie für den Fall in §. 30, erkennen.

Wäre der Körper G selbst aus verschiedenen positiv oder negativ elektrisirten Theilen zusammengesetzt, so wird es nach dem eben Gesagten leicht seyn, den Zustand dieses Körpers auf den eines ganz positiv oder ganz negativ elektrisirten Körpers zurückzuführen, und so die gegenseitige Wirkung der beiden Körper DA und G zu bestimmen.

III. Von dem Gesetze, das die Wirkung der elektrischen Materie bei Entfernungen befolgt.

§. 38.

Bisher haben wir uns begnügt, die Wirkung der elektrischen Materie, wie überhaupt ab- und zunehmend, je nachdem die Entfernung unter dem elektrisirten Körper sich vermindert oder vermehrt, zu betrachten; aber diese Vermehrung befolgt ein Gesetz, dessen Bestimmung sehr wichtig und interessant war.

Ohne diese neue Erkenntniß war die Theorie unvollkommen, und es gab Probleme, die man selbst auf eine sehr nahe gebrachte Art, so wie wir es in der Folge sehen werden, nicht auflösen konnte. Dem Hrn. Conlomb, Mitgliede der Pariser Akademie der Wissenschaften, verdanken wir diese wichtige Entdeckung, die er in einer der Akademie im Jahre 1785 vorgelese-

nen Abhandlung *) aufgezeichnet, und wovon er mir hier einen Auszug einzurücken erlaubt hat. Das Resultat seiner Versuche ist, daß die Elektricität, so wie die Anziehung sich umgekehrt verhalte, wie das Quadrat der Entfernungen. **)

Das Mittel, das Hr. Conlomb anwendete, um dieses Gesetz zu bestimmen, gehört ihm so wie die Entdeckung selbst zu. Er machte für diesen Gegenstand einen sehr sinnreichen Gebrauch von den Wirkungen der Kraft der

---

*) Von dieser Abhandlung findet sich eine deutsche Uebersetzung im Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. IV. St. 1. unter dem Titel: Conlomb, Beschreibung eines Werkzeugs, wodurch man zeigen kann, daß sich die Wirkung der elektrischen Materie verkehrt, wie das Quadrat der Entfernungen verhalte.

**) Das Quadrat einer Zahl ist bekanntlich das Produkt dieser Zahl durch sich selbst. So ist das Quadrat von 2 = 4; das von 3 = 9, das von 4 ist = 16 u. s. w. Man sagt von einer Kraft, daß sie sich umgekehrt verhalte, wie das Quadrat ihrer Entfernungen, wenn die Kraft desto mehr abnimmt, je mehr die Entfernung zunimmt, nach dem Verhältniß des Quadrats dieser Entfernung und so umgekehrt. Wenn zum Beispiel die Entfernung sich nach und nach verdoppelt, verdreifacht, vervierfacht u. s. w., so wird die Wirkung der Kraft nach und nach viermal, neunmal, sechszehnmal u. s. w. stärker werden, als sie bisher war.

Krümmung, das heißt, der ganzen Kraft, die im Stande ist, einen metallenen Faden, der bis zu einer gewissen Quantität gekrümmt ist, zu halten und ihn daran zu hindern, daß er sich um seine Axe drehe, um sich wieder in seinen natürlichen Zustand zu versetzen. Die Beobachtungen des Hrn. Coulomb in Ansehung der Wirkung dieser Kraft sind der Inhalt einer andern der Akademie im Jahre 1784 vorgelesenen Abhandlung, worin er das Verfahren zeigt, mit vieler Genauigkeit Kräfte der Krümmung zu messen, die ausserordentlich kleinen Gewichten proportional sind.

§. 39.

Das Verfahren des Hrn. Coulomb besteht im vorliegenden Falle in folgendem: ABDC (Fig. 6.) ist ein gläserner Cylinder, der mit einer Platte AC von demselben Metalle bedeckt ist. Auf der Mitte dieser Platte ist eine ebenfalls gläserne vertikale Röhre febh gegossen, worauf sich eine viel kürzere kupferne Röhre cbhd befindet, in der sich ein anderer Theil der Röhre von demselben Metalle dreht. Diese trägt eine Platte ly, die in der Mitte eine Oeffnung hat, um einen kleinen Stiel aufzunehmen, woran eine Nadel ol befestigt ist, die

man nach Willkühr zugleich mit dem Stiele herumdrehen kann. Der Rand der Platte ly ist in 360° getheilt, wie lyk. Der Stiel trägt an seinem äussersten Ende einen kleinen Hebel, der in einen sehr losen silbernen Faden pn greift, unter welchem ein kleiner kupferner Cylinder nu hängt, um ihn aufgespannt zu halten. Dieser Cylinder hat ferner in seiner Länge einen Ritz, und dient statt eines Hebels, der auf einen mit Siegellack überzogenen seidenen Faden ag drückt, dessen eine Seite durch einen Ballen a von Hollundermark, die andere durch ein Stück Oehlpapier g, welches das Gegengewicht hält, begrenzt ist.

Die Platte AC hat in m eine Oeffnung, durch welche ein zweiter seidener Faden geht, der auch mit Siegellack überzogen und vermöge einer Stange rs von derselben Materie in einer fast vertikalen Richtung rs gehalten wird. Dieser seidene Faden trägt an seinem untern Ende t einen andern Ballen von Hollundermark x, der mit dem Punkte o eines an der äussern Oberfläche des Cylinders ACDB befestigten Cirkels mit Graden correspondirt.

Man kann immer mit Hülfe der obern kupfernen Röhre, die man sanft in der, worin sie sich befindet, drehen läßt, die Sachen so

einrichten, daß der Ballen a den Ballen x berühre, ohne daß der aufgehängte Faden gekrümmt wird.

Ist der Apparat in diesem Zustande, so elektrisirt man die beiden Ballen a x durch Verbindung, indem man sie mit einem kleinern elektrisirten Konduktor berührt, den man in die Oeffnung m führt, welche hinlänglich offen seyn muß.

Dieser Konduktor ist nichts anders, als eine in die durchs Reiben elektrisirte Stange Siegellack gesteckte Nadel. Sogleich entfernt sich der durch den Ballen x zurückgestossene Ballen a um eine gewisse Anzahl Graden von ihm, welche in dem von Hrn. Conlomb in Gegenwart der Akademie gemachten Versuche = 36 war. Hierdurch wurde der aufgehängte Faden pn selbst unter einem Winkel von 36° gekrümmt; man fuhr fort, ihn zu krümmen, indem man die Nadel ol nach k so lange drehen ließ, bis das Ende dieser Nadel den Punkt o verlassen hatte, und dem hundert und sechs und zwanzigsten Grade von lky gerade gegenüber stand.

Da die Zurückstossung der beiden Ballen nicht hinreichte, um dieser zweiten Krümmung zu widerstehen, so näherte sich der Ballen a dem Ballen x bis an dem Punkte, wo das

Gleichgewicht zwischen den beiden Kräften wieder hergestellt war. In dem angeführten Versuche wurde der Ballen a in einer Entfernung von 18° von dem Ballen x gestellt. Fügt man nun 18° zu 126° hinzu, so hat man 144° zum ganzen Winkel der Krümmung.

Die Kraft der Krümmung, wie sie Hr. Coulomb bestimmt hat, verändert sich, bei übrigens gleichen Umständen, wie die Winkel der Krümmung. Aber hier sind diese Winkel, der erste 36° und der zweite 144°, viermal größer als der erste. Zu gleicher Zeit waren die Entfernungen zwischen den Ballen, die erste 36°, die zweite 18°, nämlich in dem Verhältniß von zwei zu eins.

Hieraus folgt, daß die Zurückstossungen, die durch den Winkel der Krümmung gemessen waren, sich umgekehrt verhalten, wie die Quadrate der Entfernungen. *)

---

*) Die Entfernung zwischen den beiden Ballen wird nicht gerade durch den Winkel der Krümmung gemessen, sondern durch die Chorde des Bogens, der die Mittelpunkte dieser Ballen mit einander verbindet. Da sich ferner der Ballen a vom Ballen x entfernt, so ist es, indem die zurückstossende Kraft dieser letztern nach einer geraden Linie

Hr. Coulomb veränderte den Versuch auf verschiedene Arten, und das Resultat war immer dem angeführten Gesetze gemäß.

§. 40.

Bald darauf lieferte Hr. Coulomb eine zweite Abhandlung, worin er verschiedene Mittel darstellte, die er zur Bestimmung des Gesezzes, welches die elektrischen Anziehungen in verschiedenen Entfernungen befolgen, angewendet hat.

---

wirkt, die durch die Mittelpunkte der beiden Ballen geht, leicht, einzusehen, daß diese Kraft auf den Hebel na schief wirkt; hieraus folgt, daß sie geschwächt, und der wahre Hebel kürzer als na wird. Wenn man nun auf einer Seite den Bogen der Krümmung an die Stelle der Chorde dieses Bogens setzt, welche viel kürzer ist, so nimmt man die Entfernung zwischen den beiden Ballen größer an, als sie wirklich ist. Setzt man aber auf der andern Seite an die Stelle des wahren Hebels einen andern, der länger ist, so nimmt man die zurückstossende Kraft zu groß an. Wenn nun die Winkel, die die Entfernungen der Kugeln geben, nicht beträchtlich sind, so sind die beiden Irrthümer beinah proportional und die Genauigkeit des Resultats leidet keine merkliche Veränderung.

Eins dieser Mittel ist dem so eben beschriebenen völlig analog. Wann die beiden Ballen, der eine positiv, der andere negativ elektrisirt worden sind, so kommt es nur darauf an, den aufgehängten Faden unter einem gewissen Winkel zu krümmen und zwar in einer der bei der Anziehung entgegengesetzten Bedeutung. Der Hebel, der die beweglichen Ballen trägt, sucht dieser Krümmung nachzugeben, indem er sich um den Aufhängungspunkt dreht, aber auf der andern Seite wirkt die gegenseitige Anziehung der beiden Ballen, um diesen Hebel zurückzubringen und den Krümmungswinkel um so viel zu vermindern.

Die Menge dieser Verminderung giebt das Maas für die Kraft, die der gegenseitigen Anziehung der Kugeln das Gleichgewicht hält, und Hr. Coulomb fand bei Schätzung dieser Kraft in verschiedenen Entfernungen, daß die Resultate dieselben, wie für die Kraft der Zurückstossung, wären.

Uebrigens ist es leicht, durch bloße Induktion zu beweisen, daß die Anziehungen sich so wie die Zurückstossungen umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernungen verhalten.

Wir stellen uns zuerst zwei Ballen vor, die sich vermöge ihrer negativen Elektricität zurückstossen. Jeden dieser Ballen können wir wie aus zwei Materien zusammengesetzt ansehen, wovon die Theilchen der einen sich im negativen Zustande befinden, die der andern aber an Fluidum leer sind. Nach Verhältniß der Menge der leeren Materie stossen sich die beiden Ballen zurück.

Man stelle sich nun vor, daß in einem der Ballen dieser Theil eigener Materie vermöge eines bestimmten Zuwachses von Fluidum in den natürlichen Zustand tritt, so wird dieser Zuwachs mit der Zurückstossung, die derselbe Theil ausübt, im Gleichgewichte stehen, so daß der Ballen keine Wirkung auf den andern haben wird. (§. 22).

Denkt man sich endlich, daß dasselbe Fluidum, das bisher dieser Theil eigener Materie enthielt, nun in dem noch übrigen Theile sich zerstreue, so wird der Ballen in den positiven Zustand treten, und, da seine Anziehung in Ansehung des andern Ballen sich nach einer, dem Theile der eigenen Materie, der zuerst eine zurückstossende Kraft ausübte, proportionalen

Menge von Fluidum äussert, so wird sie dieser Kraft selbst proportional seyn.

Wendet man nun eben diese Schlüsse auf jeden der einzelnen Fälle an, worin sich die beiden Ballen befinden können, so folgt daraus, daß die Anziehungen in dem Verhältnisse der Zurückstossungen sich verändern, und dasselbe Gesetz befolgen.

IV. Anwendung der Theorie auf die elektrischen Anziehungen und Zurückstossungen.

§. 41.

Wir haben im zweiten Abschnitte die allgemeinen Grundsätze entwickelt, die zur Erklärung der elektrischen Anziehungen und Zurückstossungen dienen können; wir müssen aber noch in ein näheres Detail gehen, um diese Grundsätze auf die verschiedenen einzelnen Fälle anzuwenden, die die Beobachtung solcher Erscheinungen darstellt. Man wird aus der daraus entstehenden Vergleichung mit der Art, wie dieselben Thatsachen von andern Gelehrten erklärt worden sind, erkennen, wie viel Licht die Theorie des Hrn. Aepinus auf diesen, einen der wissenswerthesten und interessantesten Gegenstände, womit sich die Untersucher der Elektricität bisher beschäftigten, verbreitet habe.

Man nehme einen positiv elektrisirten Körper A (Fig. 7.), der in der Nähe eines andern im natürlichen Zustande befindlichen Körpers B liegt, nach dem er sich leicht bewegen kann. Nach dem bereits Gesagten (§. 6.) stößt das Fluidum von A das von B mit Gewalt zurück, so daß die benachbarten Theile von CD nach EF gestossen werden; und in einem Augenblicke wird der Körper B an seinem vordern Theile CG negativ, und an seinem hintern Theile CE positiv elektrisirt.

Man sieht leicht ein, daß die Ausgleichung des Fluidums in der ganzen Masse des Körpers B ungleich geschehen müsse, so daß, wenn man sich das Fluidum wie in eine große Anzahl vertikaler Schichten von CD bis EF getheilt vorstellt, das in einer dieser Schichten enthaltene Fluidum in einem gewissen Verhältnisse überhaupt dünner ist, als das in der letzten, und dichter als das in der diesseits liegenden Schichte befindliche, worauf das Fluidum von A wegen einer kleinern Entfernung stärker wirkt.

Nun sey das Verhältniß, wonach die Dichtigkeiten der verschiedenen Schichten sich verändern, welches es wolle, so wird, wenn man den Körper CE in zwei Theile CGHD, GEFH

getheilt sich vorstellt, die Menge des natürlichen Fluidums, das durch den Theil CGHD verloren gegangen ist, immer der durch den andern Theil GEFH erhaltenen Menge gleich seyn.

Hieraus sieht man, daß die Theilungslinie GH in einer solchen Entfernung gestellt werden kann, daß die Wirkung des Körpers A auf den Körper B dieselbe sey, als wenn dieser Körper von zwei bestimmten Theilen CG, GE zusammengesetzt wäre, in deren jedem das Fluidum gleichförmig vertheilt ist.

Man setze nun im Gedanken diesen zweiten Körper an die Stelle des ersten, und stelle sich der größern Einfachheit wegen vor, die Wirkung von A erfordere, daß die Linie GH sich mitten in der Entfernung zwischen den äussersten Enden C, E befinde.

Es ist klar (§. 16.), daß, da sich der Theil GE in einer größern Entfernung vom Körper A befindet, als der Theil CG, dieser mehr angezogen als jener zurückgestossen werde; hieraus folgt, daß, da sich die beiden Theile nicht von einander trennen können, der ganze Körper angezogen werde, und eine fortschreitende Bewegung nach dem Körper A habe.

§. 42.

Je nachdem der Körper B sich dem Körper A nähern wird, wird die anziehende Kraft dieses letztern wachsen; so daß die Bewegung des Körpers B fortdaurend beschleunigt wird. Um dieses einzusehen, sey eine Linie ae (Fig. 8.) in eine gewisse Anzahl gleicher Theile a′ b′, b′ c′, c′ e′, u. s. w. getheilt; der Mittelpunkt des Körpers A (Fig. 7.) sey in a (Fig. 8.) und im Körper B sey der Mittelpunkt des Theils CG in b, der Mittelpunkt des Theils GE aber in e. (Ich bediene mich hier, der größern Deutlichkeit wegen der Mittelpunkte als Vergleichungsausdrücke.)

Die Entfernung des Mittelpunkts von A von jedem der beiden andern Mittelpunkte wird also nach und nach wie ab zu ae, das heißt, wie 4 zu 5 seyn; die Anziehung wird sich zu der Zurückstossung bei übrigens gleichen Umständen verhalten wie 25 zu 16.

Wir nehmen nun an, daß CE sich dem A so genähert habe, daß die Mittelpunkte seiner beiden Theile sich in b′ und e′ befinden, die Entfernungen der Mittelpunkte werden alsdann wie ab′ zu ac′, das heißt, wie 1 zu 2 seyn. Die Anziehung wird sich zur Zurückstossung, bei übrigens gleichen Umständen, wie 4 zu 1

verhalten. Sie verhielt sich im ersten Falle zur Zurückstossung wie 25 zu 16; aber es ist, nach einem bloßen Anschauen der eben betrachteten Verhältnisse, leicht, einzusehen, daß, je nachdem der Körper B sich dem Körper A nähert, da die Entfernung seines Theils CG von eben diesem Körper A geringer ist, als die seines Theils GE, die Anziehung von A gegen CG auch um so mehr die Zurückstossung in Absicht auf GE übertrifft; die Geschwindigkeit von CE wächst also zu gleicher Zeit, da die Entfernung zwischen den beiden Körpern sich vermindert.

Ausserdem wird, während der fortschreitenden Bewegung von B nach A, das Fluidum von B mit einer neuen Kraft nach dem äussersten Ende EF getrieben, wegen einer geringern Entfernung zwischen den beiden Körpern; dies vermehrt noch die Anziehung von A und folglich auch die Geschwindigkeit von B.

§. 43.

Sobald die beiden Körper sich berühren werden, wird das Fluidum von A, das nun nicht mehr von der umliegenden Luft beim Berührungspunkte zurückgehalten wird, zum Theil in den Körper CE übergehen; so daß das ganze in den beiden Körpern enthaltene Fluidum sich

gleichförmig zu verbreiten streben wird, als wenn sie nur einen ausmachten, und weil im Körper A Ueberfluß an Fluidum war, so ist es klar, daß die beiden Körper sich positiv elektrisiren werden (§. 23.), und der Körper CE sich sogleich vom Körper A entfernen wird.

§. 44.

Nach diesen Grundsätzen ist es leicht, die Wirkungen des elektrischen Glockenspiels zu erklären.

Es sey E (Fig. 9.) die Glocke, die mit dem Konduktor durch eine Kette LA in Verbindung steht; G sey eine andere, die an einem seidenen Faden NB hängt, welcher von dem Konduktor abgesondert ist, während er mit Hülfe einer Kette H mit benachbarten unelektrischen Körpern in Verbindung steht, D sey der zwischen den beiden Glocken hängende Schwengel.

Sobald man den Konduktor ladet, verbreitet sich das elektrische Fluidum durch den Aufhängungspunkt C überflüssig in die Glocke E, welche dadurch positiv elektrisirt wird. Sogleich fängt der Schwengel D, durch die Glocke E (§. 42.) angezogen, an, zu schlagen, und augenblicklich wird er aus der oben angeführten

Ursache zurückgestossen (§. 43). Er wird also, vermöge dieser Zurückstossung, sich der Glocke G zu nähern suchen: hierzu wird er durch seine positive Elektricität noch mehr angetrieben. (§. 41).

Endlich begünstigt noch die oscillatorische Bewegung diese Wirkung; sobald aber der Schwengel D die Glocke berührt haben wird, wird er ihm sein Fluidum mittheilen, welches sich durch die Kette H hindurch verlieren wird, und alsdann wird der Schwengel D, der sich vermöge der oscillatorischen Bewegung allein der Glocke E nähern würde, nach dieser Glocke durch die Wirkung des elektrischen Fluidums gezogen werden, so daß, wenn dieselben Ursachen, wie vorher, wieder zu wirken anfangen, der Schwengel die beiden Glocken so lange schlagen wird, als die Glocke E ihre positive Elektricität behalten wird.

§. 45.

Wenn man leichte Körper, zum Beispiel kleine Blätter von geschlagenem Metalle nahe an einen positiv elektrisirten Körper bringt, so geschieht es sehr oft, daß die einen zuerst zurückgestossen, während dem die andern angezogen

werden, um hierauf am Berührungspunkte wieder zurückgestossen zu werden.

Diese verschiedenen Wirkungen, die man zum Vortheile des vom Abt Nollet erfundenen Systems der Zu- und Ausflüsse so sehr geltend gemacht hat, lassen sich durch die Grundsätze der Theorie des Hrn. Aepinus sehr leicht erklären.

Denn, wenn die Elektricität ein wenig stark ist, so entwischen immer einige Ströme durch die umliegende Luft, und ertheilen einigen der benachbarten leichtern Körper, besonders denen, welche spitzig und ihrer Natur nach sehr geschickt sind, die elektrische Materie anzuziehen, die positive Elektricität. Diese Körper müssen also zurückgestossen werden, (§. 23.), ehe sie sich nach dem Hauptkörper haben neigen können, während dem dieser die andern leichtern Körper, die nur ihre natürliche Menge von Elektricität haben erhalten können, anzieht.

§. 46.

Wenn der Körper A (Fig. 7.) negativ elektrisirt wäre, so würde der Erfolg derselbe seyn. Alsdann würde ein Theil des im Körper B befindlichen natürlichen Fluidums aus dem Theile GE in den Theil CG treten, und wenn man

hier einen ähnlichen Schluß, wie vorher, macht (§. 41.), so wird man einsehen, daß der Körper CE nach dem Körper A gezogen werden müsse, um hierauf beim Berührungspunkte wieder zurückgestoßen zu werden.

§. 47.

Man kann hieraus eine einfache Erklärung des Elektrophors ziehen.

Es sey HN (Fig. 10.) eine Platte von Harz, GD eine von Metall, die man auf die erstere, nachdem diese durch das Reiben negativ elektrisirt worden ist, legt, und AC sey ein Cylinder von einer selbstelektrischen Materie, der dazu dient, die Platte GD aufzuheben. Stellte man nun die Platte GD auf GN, ohne den Finger auf das Metall zu legen, so würde das in GD enthaltene natürliche Fluidum zum Theil aus den obern Lagen dieses Körpers in die untern gehen, die nahe an der Platte von Harz liegen.

Da aber diese Platte von Natur nicht dazu geschickt ist, der Elektricität einen freien Zugang zu öffnen, so wird nur ein sehr kleiner Theil von dem in den untern Schichten des Metalls überflüssig enthaltenen Fluidum in das Harz dringen, so daß, wenn man die metallene Fläche

wegnimmt, das darin verschlossene Fluidum sich gleichförmig vertheilen, und der Zustand der Fläche nicht merklich vom natürlichen Zustande unterschieden seyn wird. Der ganze Apparat kann wie ein einziger Körper AD (Fig. 5.) angesehen werden, dessen drei Theile AB, BC, CD sich im natürlichen Zustande befinden. CD stelle das Harz, BC den positiven, AB den negativen Theil der Fläche vor.

Es ist klar, daß, da die Anziehung von AB auf eine der Anziehung von DC nach dem Fluidum von BC entgegengesetzte Art wirkt, der Punkt, wo eine Grundmasse f vom Fluidum im Gleichgewichte seyn würde, wenn der Theil AB nicht da wäre, diesseits des Punkts f, dem Theile CD nach, liegt; hieraus wird man durch einen dem obigen (§. 30.) ähnlichen Schluß folgern, daß von allen von f nach b und weiter hinaus liegenden Punkten die Anziehung von CD die Zurückstossung von BC übertreffen werde.

Man sieht hieraus, daß die Grundmasse b zu gleicher Zeit durch diese Anziehung und durch die vom Theile AB, welcher sich im negativen Zustande befindet, angetrieben wird, in eben diesen Theil zu dringen.

Da nun der auf die metallene Fläche gelegte Finger unter die Körper gehört, worin sich das Fluidum frei bewegt, so begreift man, daß ein Theil des darin verschlossenen Fluidums in die Fläche übergehen wird, die dadurch eine sehr merkliche positive Elektricität erhält; so daß sie, wenn man das Harz davon nimmt, starke Funken von sich geben wird, wie dies immer der Fall ist, wenn das Wetter der Elektricität günstig ist.

Wir müssen hier bemerken, daß Hr. Aepinus der erste war, der sich eines auf demselben Plan, wie der Elektrophor, gegründeten Apparats bediente.

Dieser Gelehrte ließ einen metallenen Becher verfertigen, den er mit Hülfe einer gläsernen Stütze isolirte; hierauf füllte er diesen Becher mit geschmolzenem Schwefel, der durch das Gefrieren elektrisirt werden mußte, wie wir es in der Folge zeigen werden.

Mit Hülfe eines in den Schwefel gesteckten Stiels war Hr. Aepinus im Stande, ihn von dem metallenen Becher zu trennen, oder beide in unmittelbarer Berührung zu erhalten. Er bediente sich beider Körper, um denen bei den beiden oben beschriebenen (§. 33.) gläser-

nen Platten erhaltenen ähnliche Resultate hervorzubringen.

Man sieht hieraus, wie wenig dazu gehörte, um von diesem Apparate auf den Elektrophor zu kommen. (S. Tentamen theoriae Electricitatis et Magnetismi, etc. pag. 66.)

§. 48.

Wir kennen einen sehr starken Elektrometer, dessen Erfindung dem berühmten Naturforscher Cavallo zugeschrieben wird, und der in zweien Ballen von Hollunderholz e, d (Fig. 11.) besteht, die vermittelst zweier Haare an einer kupfernen Kugel A hängen, die an der Oeffnung einer Art von gläsernen Flasche ABG befestigt ist. Wenn man durch das Reiben eine Stange Siegellack elektrisirt, und sie hierauf der Kugel A nähert, so wird man die beiden Kugeln e, d sich von einander trennen sehen.

Die Ursache dieser Wirkung ist, weil, wenn ein Theil des in den Körpern A, e, d enthaltenen elektrischen Fluidums durch das im negatigen Zustande befindliche Siegellack nach dem obern Theil der Kugel A gezogen wird, die beiden Ballen selbst negativ elektrisirt werden, und sich zurückstossen müssen. (§. 25). Zieht man die Stange Siegellack zurück, so werden die

beiden Ballen sich einander nähern, weil der Apparat, in dem sich alsdann sogleich das Fluidum gleichförmig vertheilt, wieder in den natürlichen Zustand treten wird. (§. 17).

Gesetzt, man stelle das Siegellack zugleich in einer kleinen Entfernung von der Kugel A, indem man den Finger auf diese Kugel legt; so wird aus einer gleichen Ursache, wie vorhin beim Elektrophor (§. 47.), ein Theil der im Finger befindlichen elektrischen Materie in den Apparat Aed strömen, der dadurch positiv elektrisirt werden wird.

Zieht man den Finger, und hierauf die Stange Siegellack zurück, so wird man die beiden Theile e, d sich von einander eutfernen sehen, so wie dies bei zwei positiv elektrisirten Körpern geschieht (§. 23). So oft man von neuem die Stange Siegellack der Kugel A nähern wird, so oft werden, da ein Theil des Fluidums der beiden Ballen dazu bestimmt ist, in den Körper A zu dringen, die Ballen sich einander nähern.

Aber dieser Versuch erfordert viel Vorsicht. Denn, wenn während der Bewegung des Siegellacks nach der Kugel A die beiden kleinen Ballen an den Berührungspunkt kommen, und man fährt fort, sie ihm zu nähern, so wird

seine Anziehung so stark werden, daß die Ballen selbst einen Theil ihres natürlichen Fluidums verlieren, und sich hierauf entfernen werden. Das Siegellack wird in diesem Falle die Stelle eines positiv elektrisirten Körpers vertreten, und es wird daraus eine Art von Widerspruch in den Wirkungen entstehen, die sich doch, wie man sieht, mit Hülfe der Grundsätze unserer Theorie vollkommen räumen lassen.

§. 49.

Wir glauben hier bemerken zu müssen, daß diese Theorie die einzige ist, die eine genugthuende Erklärung des Widerstandes giebt, der zwischen zweien negativ elektrisirten Körpern Statt hat. Einige haben behauptet, daß diese Körper sich von einander entfernten, weil sie durch das in der sie umgebenden Luft oder in andern benachbarten Körpern eingeschlossene Fluidum angezogen würden. Da aber die beiden Körper von allen Seiten mit Luft umgeben sind, da sich auch Körper nahe bei ihnen befinden können, und zwar in verschiedenen Lagen und Entfernungen, so sieht man nicht ein, wie das in der Luft oder den umliegenden Körpern enthaltene Fluidum immer die negativ elektrisir-

ten Körper nach diametrisch entgegengesetzten Richtungen anziehen köune.

Andere glaubten, daß, da die beiden Körper im negativen Zustande nothwendig einen Theil des Fluidums der umliegenden Körper anziehen müßten, und da dieses Fluidum wegen der auf der Oberfläche der elektrischen Körper verdickt angenommenen Luft einen Widerstand erleide, eine elektrische Atmosphäre um jeden dieser Körper sich bilde, und daß die beiden Körper sich gegenseitig vermöge dieser Atmosphäre zurückstossen. Man sieht, daß diese Erklärung sich auf eine Verdickung der Luft gründet, die man geradezu annimmt, ohne sie zu beweisen.

§. 50.

Dennoch kann man aus diesem allem schliessen, daß die Anziehungen und Zurückstossungen größtentheils vom Widerstande der Luft abhängen, der die elektrisirten Körper in ihrem positiven oder negativen Zustande erhält, und ihre Rückkehr zum natürlichen Zustand verzögert (§. 8). Auch haben diese Wirkungen nie unter einem von Luft befreiten Recipienten Statt, und man muß annehmen, daß, wenn es möglich wäre, einen vollkommen leeren Raum zu

erhalten, man weder Anziehungen noch Zurückstossungen unter den unelektrischen Körpern entdecken würde.

§. 51.

Wir wollen noch einiges in Ansehung der, von den meisten Naturforschern angenommenen, elektrischen Atmosphären hinzufügen. In der Theorie des Hrn. Aepinus hat die Elektricität einen Wirkungskreis, der sich um die Körper bis zu einer gewissen Entfernung erstreckt.

Allein diese Körper haben eigentlich keine, durch ein sie umgebendes elektrisches Fluidum gebildete, Atmosphäre; man müßte dann unter diesem Worte das Luftfluidum verstehen, das diese Körper umgiebt, und das immer bis auf einen gewissen Punkt entweder positiv oder negativ elektrisirt ist.

Diese Luft hat inzwischen keinen merklichen Einfluß auf die elektrischen Erscheinungen, so daß, wenn man vermittelst eines Blasbalgs sie ohne Unterlaß erneuerte, die Erscheinungen so, wie in ruhiger Luft, Statt haben würden.

Man wird vielleicht einwerfen, daß man, wenn man den Rücken der Hand in einer kleinen Entfernung vom elektrisirten Körper hält, eine Art von Kützel fühlt, der dem gleicht, wel-

chen die Faden eines Spinnengewebes verur-sachen.

Allein diese Empfindung wird nicht durch die Berührung einer Atmosphäre, sondern durch die Bewegung verursacht, die der Uebergang des im elektrisirten Körper enthaltenen Fluidums in dem auf der Oberfläche der Hand verbreite-ten natürlichen Fluidum bewirkt.

Denn, wenn die Empfindung, wovon die Rede ist, von einer Atmosphäre herrührte; so müßte eine Person, die auf einer zum isoliren bestimmten Stütze sich befindet, und mit einem elektrisirten Konduktor in Verbindung steht, einen leichten Eindruck spüren, wenn sie den Rücken der Hand an den Konduktor bringt.

Inzwischen lehrt die Erfahrung, daß man alsdann keine besondere Empfindung verspürt; weil, indem das Fluidum im Körper des Beob-achters und im Konduktor der Maschine im Gleichgewichte steht, die verschiedenen Theile keine Wirkung auf einander haben.

Was den Geruch betrifft, den das elektri-sche Fluidum unter gewissen Umständen verbrei-tet, so ist es, da man diesen Geruch nur dann spürt, wann das Fluidum wirklich aus dem

elektrischen Körper durch einen eckigten Theil geht, klar, daß er vom Durchgange des Flui-dums aus einem Körper in den andern, und nicht von einer, den ersten dieser Körper um-gebenden, Atmosphäre herrührt.

V. Von den Veränderungen, die die Wirkung der äussern Ursachen in den elektrischen Anziehungen und Zurückstossungen verursachen kann.

§. 52.

Wir haben bisher angenommen, daß die sich gegenseitig zurückstossenden Körper sich selbst und der Wirkung des elektrischen Fluidums, das sie enthalten, in dem Augenblicke überlassen sind, da sie wieder anfangen, ihre Kraft auf einander zu äussern, ohne daß eine äussere Ursache, weder zur Veränderung ihrer gegenseitigen Entfernungen, noch zur Vermehrung oder Verminderung ihres elektrischen Fluidums dazwischen kommt. Auch wird, so lange diese Bedingung Statt haben wird, der Erfolg derselbe seyn, wie wir ihn dargestellt haben, das heißt, zwei Körper, deren Elektricitäten homogen sind, werden sich gegenseitig zurückstossen.

Wenn man aber in dem Augenblicke, wo diese beiden Körper sich zurückstossen, eine äussere Ursache annimmt, die auf beide oder auf einen von beiden zugleich wirkt, um ihn dem andern näher zu bringen, oder, welches auf dasselbe hinaus kommt, wenn man sich in derselben Zeit einen der beiden Körper von neuem elektrisirt denkt, so daß er einen Zuwachs von elektrischem Fluidum erhalte, oder einen Theil von dem, was er enthielt, verliere, so können die daraus in Ansehung der Körper, worauf es hier ankommt, entstehenden Veränderungen des Zustandes besondere Erscheinungen hervorbringen, die beim ersten Anblick der Analogie der Naturverrichtungen zu widersprechen scheinen werden, deren Erklärung aber aus den Grundsätzen des Hrn. Aepinus ganz natürlich folgt, und seiner Theorie einen neuen Grad von Gewißheit ertheilt.

Was die von zweien ursprünglich, dem einen positiv, dem andern negativ, elektrisirten Körpern hervorgebrachten Erscheinungen betrifft, so werden wir weiter unten sehen, daß sie keiner Veränderung fähig sind, das heißt, daß diese Körper sich gegenseitig in allen Entfernungen anziehen werden.

§. 53.

Man denke sich zuerst zwei positiv elektrisirte Körper C, G (Fig. 4.) und nehme an, daß, während dem sie sich von einander entfernen, eine äussere Ursache wirke, den Körper G dem Körper C zu nähern.

Die zurückstossende Kraft des Fluidums von C wird einen Theil des in FG enthaltenen Fluidums zurückstossen, und ihn in den andern Theil GH übergehen lassen. Auch wird die zurückstossende Kraft des Fluidums von G auf das Fluidum von C wirken, um einen Theil dieses Fluidums aus dem Theile BC in den Theil CD gehen zu lassen.

Es kann einen Punkt geben, wo zum Beispiel der Theil CB eine solche Menge von seinem Fluidum beim Uebergang in den natürlichen Zustand verloren hat, daß die Wirkung der anziehenden Kraft dieses Theils auf den Körper G genau die Wirkung der zurückstossenden Kraft des Theils CD ausgleicht. Alsdann werden die beiden Körper unbeweglich bleiben, und wenn dieselbe äussere Ursache fortfährt, G gegen C zu stossen, so werden sich die beiden Körper gegenseitig anziehen.

Wenn man statt G dem C zu nähern, seine Elektricität vermehrt, wie man es sehr leicht thun kann, da die Vermehrung gegenwärtiger Hypothese noch günstiger ist, welche verlangt, daß das ganze Fluidum eines jeden der beiden Körper mehr als die natürliche Menge von Elektricität besitze; so wird es, da das Zurückstossen des Fluidums im Körper C vermehrt wird, geschehen können, daß entweder die beiden Körper unbeweglich bleiben, oder sich im Falle einer stärkern Elektricität von Seiten des Körpers G anziehen.

Diese Erscheinungen scheinen Anfangs etwas paradox, indem man darin die zurückstossende Kraft beider Körper, die doch desto mehr scheint zunehmen zu müssen, je kleiner die Entfernung zwischen diesen Körpern wird, zuerst aufhören und hierauf sich in eine entgegengesetzte Kraft verwandeln sieht, welche Anziehungen bewirkt. Aber man sieht auch zu gleicher Zeit, wie glücklich sich diese Erscheinungen mit den Grundsätzen der Theorie und mit den Gesetzen, denen die Naturverrichtungen unterworfen sind, räumen lassen.

Hr. Aepinus zeigt ein einfaches Mittel, um diesen Fall in Erfahrung zu bringen. Man hänge an einen seidenen Faden einen kleinen

Ballen von Korkholz, und setze neben diesen Ballen einen isolirten metallenen Cylinder, so daß der seidene Faden in einer vertikalen Richtung sich befinde, und der Ballen beinahe den metallenen Cylinder berühre. An diesem Ballen knüpfe man einen zweiten seidenen Faden, den man in einen Haken gehen lasse, so daß man nach Willkühr den Ballen dem metallenen Cylinder nähern kann, wenn er sich davon entfernt hat. Endlich verbinde man diesen Cylinder mit einem langen gleichfalls isolirten eisernen Drathe.

Ist alles in diesem Zustande, so elektrisire man eine gläserne Röhre durch das Reiben. Hierauf berühre man mit dieser Röhre zuerst den Ballen von Kork, und dann den erwähnten eisernen Drath, so wird sich bald der durch den Konduktor zurückgestossene Ballen davon trennen. Nun ziehe man den zweiten seidenen Faden, um ihn nach dem Konduktor zu führen, und wenn er von demselben nur drei oder vier Linien weit entfernt seyn wird, wird man die Zurückstossung sich schnell in Anziehung verwandeln, und den aufgehängten Faden sich nach dem Konduktor neigen sehen.

Man kann diesen Versuch auf folgende Art verändern. Hat man den seidenen Faden,

der dazu dient, den Ballen von Kork zu ziehen, verschiedene male um den Haken herumgewickelt; so daß der Ballen sich nicht mehr vom metallenen Cylinder entfernen kann, als ungefähr zwei Linien, so elektrisire man den Apparat, aber Anfangs schwach. Der Ballen wird von dem Konduktor zurückgestossen werden, und sich von demselben um so viel entfernen, als der am Haken befestigte Faden es erlauben wird. Hierauf ertheile man dem Konduktor eine weit stärkere Elektricität, und augenblicklich wird, so wie im ersten Falle, die Anziehung auf die Zurückstossung folgen.

§. 54.

Wenn die beiden Körper G und C Anfangs negativ elektrisirt wären, so würden die Resultate, obgleich von entgegengesetzten Ursachen bewirkt, ähnlich seyn. Alsdann würde, während dem man die beiden Körper einander nähern wird, ein Theil des Fluidums in C durch DC nach CB gezogen werden, und ein Theil vom Fluidum in G würde von GH nach FG gehen.

Da aber, je näher die beiden Körper einander kommen, die Theile FG, BC desto mehr neues Fluidum erhalten, so kann es geschehen,

daß in einer gewissen Entfernung der Ueberschuß des Fluidums in CB zum Beispiele über das von DC so beschaffen ist, daß die Wirkung der Zurückstossung von DC gegen den Körper G durch die Anziehung von BC im Gleichgewicht gehalten werde, und alsdann werden die beiden Körper, unbeweglich bleiben. Fährt man fort, G dem C zu nähern, so wird eine Anziehung zwischen beiden Körpern Statt finden.

Dieselbe Anziehung wird auch Statt haben, wenn man anstatt G nach C zu bewegen, das Fluidum im Theile FG vermindert, in welchem Falle die Anziehung dieses Theils von neuem Fluidum aus CD in BC treten läßt; hieraus wird ein Uebermaas von anziehender Kraft zwischen den beiden Körpern entstehen. Nichts hindert in Ansehung der Verminderung des Fluidums von FG, weil die ganze in G befindliche Menge von Fluidum noch mehr von der natürlichen Menge verschieden seyn wird, als im ersten Falle.

§. 55.

Es bleibt uns nur noch übrig, den Erfolg zu untersuchen, wenn einer der beiden Körper wie C im positiven Zustande, und der andere Körper G im negativen Zustande sich be-

findet; wir haben gesehen (§. 25.), daß alsdann die beiden Körper sich gegenseitig anziehen und einander nähern werden.

Es kommt nun darauf an, zu wissen, ob in der Voraussetzung, daß, während dem diese Körper sich nähern, ihr Zustand Veränderungen erleidet, es möglich seyn werde, daß sie in einer gewissen Entfernung unbeweglich bleiben, oder sich zurückzustossen anfingen.

Wir bemerken zuerst, daß vermöge der anziehenden Kraft des Fluidums in C ein Theil von dem in FG enthaltenen Fluidum in GH treten wird. Auf der andern Seite wird die Anziehung von G einen Theil des Fluidums von DC nöthigen, in BC überzugehen.

Der Zustand der beiden Körper sey daher, welcher er wolle, so wird der Theil BC vom Körper C immer positiv, und der Theil FG vom Körper G immer negativ elektrisirt werden. Nimmt man dieses an, so können vier verschiedene Fälle Statt haben.

Der erste ist derjenige, wo die beiden Theile des Körpers C im positiven, und die beiden Theile des Körpers G im negativen Zustande sich befinden.

In diesem Falle ist es klar, daß der erste Körper sich ganz im negativen Zustande befin-

den, und die beiden Körper sich einander anziehen werden (§. 25.), in welchem Orte ihres Wirkungskreises man sie auch setze.

§. 56.

Der zweite Fall ist derjenige, wo, indem die beiden Theile des Körpers C immer positiv, und der Theil FG vom Körper G immer negativ ist, der andere Theil GH desselben Körpers im positiven Zustande sich befindet.

Hierbei müssen wir bemerken, daß, wenn der Körper G gleich Anfangs im natürlichen Zustande sich befunden hätte, und wenn ein Theil seines Fluidums von FG nach GH gegangen wäre, dieser Körper wie ein negativ elektrisirter auf den Körper C gewirkt haben würde, in welcher Entfernung man ihn auch gesetzt hätte, denn in diesem Falle hätte die zurückstossende Kraft von GH, die an sich fähig gewesen wäre, der anziehenden Kraft von FG das Gleichgewicht zu halten (§. 16.) schwächer auf den Körper C wegen einer größern Entfernung gewirkt.

Stärker wird die anziehende Kraft von FG in gegenwärtiger Hypothese wirken, wo derselbe Theil noch mehr vom Fluidum befreit ist, als im angeführten Falle, weil man annimmt, daß

das ganze Fluidum von G geringer ist, als die natürliche Menge.

In welcher Entfernung sich also die beiden Körper befinden, so wird immer, wenn G wie ein ganz negativ, und C wie ein ganz positiv elektrisirter Körper wirkt, eine Anziehung zwischen beiden Körpern Statt finden (§. 24).

§. 57.

Wir kommen nun auf den dritten Fall, wo DC negativ, BC positiv, und die beiden Theile FG, GH des Körpers G negativ elektrisirt sind.

Durch einen, beim zweiten Falle gemachten, ähnlichen Schluß (§. 56.) wird es leicht seyn, einzusehen, daß C in allen Entfernungen wie ein positiv elektrisirter Körper wirken wird; da also der Körper G sich im negativen Zustande befindet, so werden die beiden Körper sich in allen Punkten ihres Wirkungskreises gegenseitig anziehen.

§. 58.

Es bleibt uns nur noch der vierte Fall zu untersuchen übrig, wo CD, FG sich im negativen und BC im positiven Zustande befindet.

In diesem Falle werden, so wie im vorhergehenden, die beiden Körper sich anziehen, in welcher Entfernung man sie auch von einander setze. *)

---

*) B. Haüy sieht sich hier genöthigt, des Hrn. Aepinus Meinung zu verlassen. Dieser Gelehrte denkt, sagt er, daß die auf gegenwärtigen Fall, welcher der 138. §. in seiner Theorie S. 139. ist, sich beziehende Frage nur in so fern erklärt werden könne, als man das Gesetz kenne, welches das elektrische Fluidum bei Entfernungen befolgt, und sucht dies durch Betrachtung der allgemeinen Formel, die die Wirkungen beider Kräfte auf einander darstellt, zu beweisen. Diese Formel enthält vier Größen, wovon die drei ersten immer positiv sind, es bleibt uns nur noch, nach Hrn. Aepinus, zu wissen übrig, ob die vierte Größe nicht auch negativ werden könne, welches erfordert, daß man das Gesetz kenne, das die Wirkung des Fluidums bei Entfernungen befolgt. Allein

1) Dieser Schluß ist nicht richtig, weil die Formel negativ werden müßte, um eine zurückstossende Kraft auszudrücken, es ist nicht genug, daß die vierte Größe blos negativ sey; sie muß auch noch die Summe der drei andern positiven Grössen übertreffen. Aber

2) habe ich mit Hülfe eines einfachen Kalkuls gefunden, daß nothwendig eine Anziehung zwischen den beiden Körpern Statt finden muß, sobald der Theil GH des Körpers G in einer größern Entfernung vom Körper C als der Theil FG liegt, welches immer der Fall ist. Eben dies

Dies zu beweisen, bemerken wir zuerst, daß der Körper C im Falle eines positiv elektrisirten Körpers in Ansehung eines andern Körpers G rechts neben dem äussersten Ende B sich befindet; wir nehmen an, der Körper G habe, im Ganzen betrachtet, nur seine natürliche Menge von Elektricität.

Wenn man in diesem Falle für einen Augenblick denkt, daß die beiden Theile FG, GH sich durchdringen, so daß sich ihre Wirkungen auf den Körper G in derselben Entfernung von diesem Körper äussern, so wird, da diese Wirkungen einander gleich und entgegengesetzt sind, ihre Summe = Null seyn.

§. 59.

Befindet sich alles in diesem Zustande, so sehen wir, daß das Verhältniß der Mengen

---

läßt sich auch, wie mich dünkt, auf eine klare und von aller Zweideutigkeit freie Art durch den angewandten Schluß beweisen. — Was den Hrn. Aepinus zum Irrthum verleitete, war, daß die Form, so wie er sie dargestellt hat, wirklich die Frage unbestimmt läßt, und die Bedingungen des Problems nicht so ausdrückt, daß man eine richtige Auflösung erhält; es ist daher nöthig, eine andere an ihre Stelle zu setzen, um zu dieser Auflösung zu gelangen.

des Fluidums in den beiden Theilen FG, GH sich auf gegenwärtige Hypothese zurückführen lasse, welche erfordert, daß der Körper G im Ganzen betrachtet weniger als seine natürliche Menge von Fluidum enthalte.

In diesem Falle denke man sich eine neue Menge dieses Fluidums vom Theile FG genommen, die nicht in den Theil GH getreten ist. Da nun vermöge dieser Verminderung die anziehende Kraft von FG in Ansehung des Körpers C vermehrt werden wird, so wird sie die Zurückstossung des Theils GH übertreffen, und beide Theile werden sich einander anziehen.

Noch stärker wird diese Wirkung werden, wenn der Theil GH, dessen Kraft zurückstossend ist, eine solche Lage hat, wie es die Figur vorstellt, das heißt, in einer größern Entfernung vom Körper C als der Theil FG, welcher eine anziehende Kraft hat; und da dasselbe auch bei allen Punkten des Wirkungskreises beider Körper Statt findet, so muß man daraus schliessen, daß sie sich in ihrem ganzen Wirkungskreise anziehen werden.

VI. Von der Kraft der Spitzen.

§. 60.

Man weiß, daß die spitzigen Körper weit stärker die elektrische Materie anziehen, als die stumpfen oder runden Körper. Dasselbe Fluidum geht auch viel leichter aus denen Konduktoren heraus, welche spitzige Winkel oder Theile haben, als aus den runden.

Diese Erscheinungen hat man auch dadurch zu erklären gesucht, daß man annahm, die umliegende Luft widerstehe weniger dem Durchgange der elektrischen Materie an den Spitzen als an irgend einem andern Orte eines Körpers. Aber man kann aus der Theorie des Hrn. Aepinus eine andere, weit genugthuendere, Erklärung derselben Thatsachen ziehen.

§. 61.

Man denke sich eine Spitze be (Fig. 13.) von irgend einem Metall in einer kleinen Ent-

fernung vom positiv elektrisirten Körper A gestellt. Wir haben gesehen (§. 41), daß in diesem Falle ein Theil des in der Spitze enthaltenen Fluidums von b nach c gestossen wird; hieraus folgt, daß im vordern Theile der Spitze Mangel, und im hintern nach c liegenden Theile derselben Ueberfluß an Fluidum seyn wird.

Eine zweite Spitze de sey neben der ersten gestellt. Die in der Nähe vom vordern Theile der negativ elektrisirten Spitze liegenden Grundmassen werden von dieser Spitze angezogen werden (§. 16). Ausserdem werden sie nach dem Ende e vom Körper A zurückgestossen werden. Da aber die Anziehung mit der Wirkung dieser Zurückstossung das Gleichgewicht hält, so werden die Grundmassen mehr nach e gestossen werden, als wenn die Spitze be nicht da wäre.

Da nun die Spitze de dieselbe Verrichtung hat in Ansehung der Spitze be, wie diese in Ansehung jener; so werden die Grundmassen von bc auch weniger nach dem Ende c gestossen werden, als in dem Falle, wo die Spitze be allein da ist.

Wenn man sich daher eine Menge ähnlicher Spitzen neben einander gestellt denkt, so ist klar, daß, da ihre gegenseitigen Wirkungen

sich zum Theil der zurückstossenden Kraft des Körpers A widersetzen, die Anzahl der nach den hintern Theilen dieser Reihe von Spitzen gestossenen Grundmassen merklich verringert werden wird.

§. 62.

Wir sehen ein, daß diese Reihe von Spitzen vermöge des Mangels an Fluidum in den vordern Theilen derselben eine anziehende Kraft auf das Fluidum der umliegenden Körper, und besonders auf das im Körper A befindliche (§. 41.) Fluidum äussern wird, und daß diese Kraft um so größer ist, je mehr die vordern Theile der Spitzen an ihrem natürlichen Fluidum verloren haben.

Wenn wir also annehmen, daß eine dieser Spitzen aus den andern hervorgehe, so wie man es in g (Fig. 14.) sieht, so wird es, da sich diese Spitze in Ansehung der benachbarten Spitzen abgesondert befindet, leicht seyn, aus dem weiter oben Gesagten zu schliessen, daß die Anziehung dieser Spitze in Ansehung des Fluidums von A so zunehmen werde, daß das Fluidum von A weit stärker angezogen wird, als wenn diese Spitze mit den andern gleiche Lage hätte.

Da nun jeder Körper wie ein Bündel kleiner parallel auf einander liegenden Nadeln angesehen werden kann, so sieht man aus dem vorhergehenden, daß, wenn dieser Körper in einem seiner Theile Winkel bildet, diese Winkel die elektrische Materie stärker anziehen werden, als wenn der Körper an allen Theilen rund ist.

§. 63.

Auf gleiche Art läßt sich beweisen, daß ein spitziger, positiv elektrisirter Körper das Fluidum in größerer Menge von sich stossen muß, als wenn er keine Ecken hätte.

Denn alsdann verdickt sich immer, wegen des Widerstandes der Luft am Punkte b (Fig. 13.) das in der Spitze bc verschlossene Fluidum, welches vermöge der gegenseitigen Zurückstossung seiner Theile herauszugehen strebt.

Dieser Theil von verdicktem Fluidum wird also eine schief zurückstossende Kraft auf das, bei e in der benachbarten Spitze liegende, Fluidum äussern, und da ein Theil dieser Kraft in einer, derjenigen, wonach die Grundmassen herauszugehen streben, entgegengesetzten Richtung wirkt, so wird er sich bis auf einen gewissen Punkt dem Eingange des Fluidums widersetzen.

Dieselben Schlüsse lassen sich auch auf jede der Spitzen in Ansehung der sie umgebenden anwenden; hieraus folgt, daß, wenn eine Spitze in Ansehung der andern abgesondert ist, das Fluidum freier und häufiger herausgehen wird.

§. 64.

Je dünner die Spitze g ist, desto mehr wird sie die Eigenschaft besitzen, das elektrische Fluidum anzuziehen; und diese Wirkung ist so merklich, daß eine sehr scharfe, einen Schuh weit oder selbst noch weiter von einem stark geladenen Konduktor gestellte Spitze im Stande ist, die Wirkungen der Elektricität dieses Konduktors zu vernichten; während dem die Gegenwart eines runden Körpers sie ohne einige merkliche Veränderung erfolgen läßt.

Um die Ursache dieser großen Verschiedenheit besser einzusehen, wollen wir annehmen, daß bhnk (Fig. 15.) dieser runde Körper und AB das Ende des Konduktors sey. Alle auf dem Bogen hbk liegende Spitzen werden die Elektricität von AB anziehen, während dem sie auf einander wirken werden, um einen Theil ihrer eigenen Elektricität zu verhindern, daß er

nicht gegen den entgegengesetzten Bogen ns gestossen werde.

Ohne uns jetzt an die Theile hbo, kbg zu kehren, wollen wir zuerst die Spitze obg allein betrachten. — Alle an der Chorde hk liegende Spitzen werden fortfahren, das Fluidum von AB anzuziehen, und die Differenz ihrer Entfernungen vom Körper AB, verglichen mit der Differenz der am Bogen hbk liegenden Spitzen, wird in der That eine gewisse Verminderung in der Kraft, womit das Fluidum von AB angezogen wird, bewirken.

Allein diese Verminderung wird hinlänglich durch die Lage der Spitze obg ersetzt; da diese alsdann den anziehenden Kräften der in den Theilen hbo, gbk verschlossenen Nadeln entzogen wird, welche alle dazu beitragen, in dieser Spitze einen Theil des natürlichen Fluidums zu unterhalten; hieraus folgt, daß, da diese Spitze weit mehr ausgeleert wird, als in dem Falle, wo sie von den andern Spitzen umgeben war, die anziehende Kraft sehr merklich vermehrt werden wird. *)

---

*) Jedermann kennt die schöne Anwendung, die der berühmte Franklin von der Kraft der Spitzen auf die Elektricität der Wolken durch Erfindung der Gewitterableiter gemacht hat.

Bayerische Staatsbibliothek München

VII. Von den elektrischen Funken und Büscheln.

§. 65.

Wir haben gesehen (§. 63.), daß ein spizziger und positiv elektrisirter Körper die elektrische Materie mit weit mehr Stärke von sich stößt, als ein runder Körper.

Diese Kraft ist so stark, daß sie im Falle einer gewöhnlichen Elektricität bis auf einen gewissen Punkt den Widerstand übertrifft, den die umliegende Luft dem Durchgange der elektrischen Materie leistet; alsdann kommt diese unter der Gestalt einer Art von Kegel oder Federbusch heraus, dessen auf einander fortgestossene Theilchen sich verdicken, und die Lufttheilchen, die gegen sie zurückwirken, erschüttern. Diese Erschütterung verursacht zwei Wirkungen; durch die eine läßt sie ein leichtes Geräusch hö-

Bayerische Staatsbibliothek München

ren, durch die andere erweckt sie ein Licht, so daß der Büschel im Dunkeln feurig aussieht.

§. 66.

Bringt man in einer gewissen Entfernung die flache Hand oder irgend einen andern parallel liegenden Körper an die Basis des Feuer-Büschels, so verlängert sich dieser, und erhält einen neuen Glanz, weil der Körper, wovon wir eben geredet haben, da er selbst an seinem Vordertheile (§. 41.) negativ elektrisirt ist, eine anziehende Kraft auf den Feuerbüschel äussert, die den Ausfluß einer größern Anzahl elektrischer Grundmassen verursacht.

§. 67.

Es sey ein kugelförmiger metallener Körper ABC (Fig. 16.) positiv elektrisirt, und man nähere diesem Körper nach und nach einen zweiten runden, im natürlichen und nicht isolirten Zustande befindlichen Körper, afc, so wird unabhängig von diesem zweiten Körper das in ABC enthaltene Fluidum vermöge der gegenseitig zurückstossenden Kraft seiner Grundmassen (§. 6.) herauszugehen streben; aber es wird, größtentheils wenigstens, durch den Widerstand der umliegenden Luft aufgehalten.

Je näher der Körper afc dem Körper ABC kommt, desto mehr zieht er das auf der Oberfläche dieses Körpers liegende Fluidum an sich, so daß zum Beispiel die in d und in g liegenden Grundmassen nach afc getrieben werden, nach den Richtungen df, gn, die, da sie auf den Verlängerungen der Radien fo, no stehen, die kürzesten Entfernungen der Punkte d, g vom Bogen anc sind.

Da endlich die Entfernung zwischen den beiden Körpern immer kleiner wird, so giebt es einen Punkt, wo die in der Richtung gn liegenden Grundmassen, welche von allen am meisten angezogen werden, weil gn die kürzeste Linie zwischen den beiden Bogen AgC, afc ist, gänzlich den Widerstand der Luft überwinden; so daß sie von g nach n gehen; hier bildet sich eine Art von Kanal, durch welchen der Ueberfluß vom Fluidum in der Kugel ABC, um sich gegen die Kugel afc, in die er dringt, zu neigen, mit einer Art von Explosion geht, die so schnell ist, daß sie mit einem starken Geräusche und einem lebhaften Lichte verbunden ist, welches man einen elektrischen Funken nennt.

§. 68.

Setzt man an die Stelle des kugelförmigen Körpers afc eine Spitze srt (Fig. 17.), so wird

die anziehende Kraft dieser Spitze, da sie weit ansehnlicher ist, als die eines runden Körpers (§. 62.), und da das in ABC enthaltene Fluidum, vom ersten Augenblicke an, den Widerstand der Luft überwindet, aus den verschiedenen Punkten dieses Körpers nach dem Punkt r durch fortgesetzte, in convergenten Richtungen dr, gr ꝛc. geschehene Ausflüsse sich neigen; so daß ihre Grundmassen, da sie nur weitläuftige Netze bilden, durch die Luft gehen, ohne sich zu verdicken; ausgenommen am Punkte r, durch den alle diese Netze auf einmal dringen. Alsdann wird man keinen Funken, keinen länglichten Büschel, sondern nur einen leuchtenden Punkt oder kleinen Stern erblicken, den man in r wahrnimmt, wo die Verdickung geschieht.

§. 69.

Es sey nun im Gegentheile der Körper ABC negativ elektrisirt, so wird die Kugelform dieses Körpers seiner Anziehung nur so viel Wirksamkeit übrig lassen, als nöthig ist, um das Fluidum aus der Spitze, unter der Gestalt eines Büschels oder glänzenden Lichtes herausgehen zu lassen.

Beide eben erwähnte Wirkungen kann man beobachten, wenn man eine metallene Spitze

zuerst dem Knopfe und dann der äussern Bedekkung einer auf die gewöhnliche Art geladenen, und in der Luft an einem seidenen Faden gehängten Leidener Flasche gegenüber hält; man wird nach und nach einen Stern und einen Büschel erscheinen sehen, bis alle kleine Massen von Fluidum, die aus dem Knopfe der Flasche in die Spitze, oder aus dieser in die äussere Oberfläche der Flasche gehen, das Gleichgewicht wieder erhalten haben, so daß die Flasche sich im natürlichen Zustande befindet, wie wir es in der Folge weitläuftiger zeigen werden.

Hr. Le Roy, Mitglied der Pariser Akademie der Wissenschaften, machte viele sehr interessante Versuche mit den Feuerbüscheln und glänzenden Punkten, die man an den äussersten Enden verschiedener Spitzen wahrnimmt.

Man kann über diesen Gegenstand die Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1753 befragen, wo man die Vortheile sehen wird, die dieser geschickte Physiker aus den erwähnten Erscheinungen zu ziehen wußte, um die Fälle der positiven Elektricität von denen der negativen zu unterscheiden.

§. 70.

Hr. Priestley hat bemerkt (Geschichte d. Elektricität Th. III. *)), daß aus einer positiv oder negativ elektrisirten Spitze immer ein Luftstrom gehe, dessen Richtung sehr merklich wäre, wenn man dieser Spitze die Flamme einer Wachskerze nähere, denn diese werde immer mehr oder weniger von der Spitze weggetrieben.

Der geschickte englische Chymiker hat selbst eine Erklärung hiervon gegeben, nach den Grundsätzen der Theorie des Herrn Franklin, mit der die vom Hrn. Aepinus in dieser Hinsicht vollkommen übereinstimmt.

Denn, wenn die elektrische Materie durch die Spitzen mit vieler Leichtigkeit und im Ueber-

---

*) Dies wichtige Werk erschien zuerst zu London 1767 in gr. 4. unter dem Titel: The history and present state of electricity, with original experiments by Joseph Priestley, hierauf vermehrt 1769. Die französische Uebersetzung kam zu Paris 1771. 12. in drei Bänden heraus unter dem Titel: Histoire de l'électricité traduite de l'anglois de Joseph Priestley, avec des notes critiques. Eine deutsche Uebersetzung besorgte Hr. Dr. Joh. Georg Krünitz im Jahre 1772. 4. Die Zusätze, die er darin liefert, sind meistens Ergänzungen seines Verzeichnisses der vornehmsten Schriften von der Elektricität (Leipzig. 1769. 8.)

fluß herausgestossen und empfangen wird, so muß nothwendig die der positiv elektrisirten Spitze zunächst liegende Luft selbst mit einer größern als der natürlichen Menge von elektrischem Fluidum geladen werden, und die nahe bei einer negativ elektrisirten Spitze befindliche Luft muß selbst negativ elektrisirt werden, indem sie einen Theil ihres natürlichen Fluidums verliert.

Die Grundmassen der Luft müssen sich also von der Spitze entfernen, in welchem Zustande sich auch diese befinde (§. 23, § 27.), und da sie sogleich wieder durch andere Grundmassen ersetzt werden, die ebenfalls zurückgestossen werden, so entsteht daraus ein Strom, der von der Spitze nach dem ihr entgegengesetzten Ort geht.

§. 71.

Wenn eine Person, die auf einer Isolirstütze und mit einem positiv elektrisirten Konduktor in Verbindung steht, ihre Hand in einer vertikalen Lage ausstreckt, und eine andere nicht isolirte Person hält dieser Hand gegenüber, in einer Entfernung von einigen Zollen, einen Finger, so entsteht ein Strom, der aus dem Finger der zweiten Person zur Hand der ersten

geht, und wovon der Eindruck auf dieser sehr merklich ist; zu gleicher Zeit bemerkt man einen Feuerbüschel, dessen Spitze den Finger der nicht isolirten Person berührt.

Der Abt Nollet, der diesen Versuch anführt (Leçons de Physiq. experim. Tom. VI. S. 307 und 370), schloß daraus, daß aus dem nicht isolirten Finger ein Strom von elektrischem Fluidum in die elektrisirte Hand ginge, und schrieb diesem Strome jenen hauchartigen Eindruck zu, den diese Hand erfährt.

Es würde inzwischen, nach den weiter oben erklärten Grundsätzen, einleuchten, daß der Strom aus der elektrisirten Hand in den isolirten Finger gehen müßte, mit dem Unterschiede, daß dies ein Strom von Luft, nicht aber von elektrischem Fluidum seyn würde. Aber es ist leicht, diese Thatsache auf die Grundsätze der Theorie des Hrn. Aepinus zurückzuführen, wovon dies nur nothwendige Folge ist.

Denn, da erstlich der Finger einer stumpfen Spitze gleicht, so müssen die Netze der elektrischen Materie, die dieser Finger aus der elektrisirten Hand zieht, vermöge ihrer anziehenden Kraft sich nach dem äussersten Ende des Fingers neigen, und, da sie in denselben nicht so leicht dringen, als wenn er spitzig wäre, so

verdicken sie sich hinlänglich, um einen Feuerbüschel hervorzubringen, dessen Spitze die Fingerspitze berührt.

Da sich ferner das elektrische Fluidum um so mehr zusammenzieht, je näher es dem Finger kommt, so wird es nach Verhältniß in einem gegebenen Raume häufiger; hieraus folgt, daß der Theil der Luft, der den Finger umgiebt, eine größere Menge von Elektricität erhält, als der Theil, der einen gleichen Raum neben der elektrisirten Hand einnimmt. Die gegenseitig zurückstossende Kraft der elektrischen Grundmassen muß also auch mehr Stärke neben dem Finger haben, in den der Feuerbüschel geht; hieraus folgt, daß der Luftstrom aus diesem Finger nach der Hand der elektrisirten Person gehen muß.

VIII. Vom Leidener Versuche.

§. 72.

Es stelle abfc (Fig. 18.) ein Segment der Glasplatte vor, die den Bauch einer auf die gewöhnliche Art geladenen Leidener Flasche bildet, cogd sey ein Theil der auf der innern Oberfläche befindlichen metallenen Materie, und isnk ein Theil des Metalls, das die äussere Oberfläche bedeckt; tx sey eine Kette, die mit dem Konduktor der Elektrisirmaschine in Verbindung steht, und lm eine andere Kette, die auf unelektrischen und nicht isolirten Körpern liegt.

Gesetzt, man habe einen gewissen Grad von positiver Elektricität im Konduktor verursacht, so wird ein Theil des elektrischen Fluidums durch die Kette tx gehen, um sich in die Platte cogd zu begeben, welche dadurch selbst positiv elektrisirt werden wird; stellt man sich

nun vor, daß die umliegende Luft sehr trocken sey, und daß die Menge des hinzugekommenen Fluidums nicht hinreiche, um ihren Widerstand zu überwinden, so wird diese Menge, da sie nicht anders, als mit vieler Schwierigkeit, in das Glas abfe *) dringen kann, ganz, oder beinahe ganz in der Platte cogd bleiben.

Wir wollen nun untersuchen, was mit der äussern Platte isnk vorgehen muß. Da erstlich

*) Man hat versucht, das Glas zu entbehren, um an dessen Stelle eine Luftsäule zu setzen, die dieselbe Wirkung hätte. Nach Hrn. Priestley (Gesch. d Elektricität. B. II.) wurde dieser Versuch von den Herrn Wilke und Aepinus ausgedacht. Aber es scheint vielmehr, daß man die Idee davon dem Hrn. Aepinus allein verdankt, und daß dieser Gelehrte, nachdem er sie dem Hrn. Wilke mitgetheilt hatte, mit ihm daran arbeitete, eine um so schönere Entdeckung zu berichtigen, da sie unabhängig von dem Lichte, das sie auf die Theorie verbreiten mußte, die Frucht des Nachdenkens war, und ihrem Urheber durch die Grundsätze der Theorie selbst in den Sinn kam. Da sich die Luftsäule zwischen zweien großen mit Eisenblech besetzten Brettern befand, so trat eins dieser Bretter in den negativen Zustand, während dem man das andere positiv elektrisirte, und der Beweiß war vollkommen, da Hr. Aepinus, während dem er beide Bretter auf einmal berührte, eine der beim Leidener Versuche ähnliche Erschütterung erfuhr.

das in cogd verschlossene Fluidum eine zurückstossende Kraft auf die Grundmassen des natürlichen Fluidums von isnk (§. 41.) äussert, so wird ein Theil dieses letztern Fluidums aus der Platte isnk zu gehen genöthigt werden, und da es von Seiten der umliegenden Luft Widerstand findet, während dem ihm die Kette lm einen freien Durchgang darbietet, so wird es durch diese Kette hindurch gehen, und sich in den angrenzenden Körpern verlieren.

Je mehr Fluidum aus isnk gehen wird, desto mehr wird sich die gegenseitig zurückstossende Kraft der darin bleibenden Grundmassen vermindern, und die Anziehung der eigenen Materie von isnk auf diese Grundmassen wird zunehmen, so daß es einen Punkt geben wird, wo diese Anziehung mit der Wirkung der zurückstossenden Kraft des Fluidums von cogd das Gleichgewicht halten wird; hier wird der Ausfluß aufhören, und nichts wird mehr in die Kette lm gehen.

Die längst der Linie ik liegenden Grundmassen (und dasselbe läßt sich auch von denen sagen, die sich zwischen dieser Linie und der Linie sn befinden) werden alsdann im Falle der Grundmasse D (Fig. 2.) seyn, wenn die beiden Wirkungen der Theile AB und AC auf diese

Grundmasse so im Gleichgewichte stehen, daß sie unbeweglich bleibt, wie wir es erklärt haben (§. 11). Die Platte cogd (Fig 19.) stellt hier den Theil AC, und die Platte isnk den Theil AB vor.

So wie wir eben gesehen haben, daß im gegenwärtigen Falle die Grundmasse E noch eine Zurückstossung von Seiten des Körpers BC (Fig. 2.) erfährt, so erhalten auch im dargestellten Falle (Fig. 18.) die Grundmassen des Fluidums von cogd eine gegenseitig zurückstossende Wirkung, die einen Theil davon aus dieser Platte, ohne den Widerstand der umliegenden Luft, herauszugehen nöthigen würde.

Fängt man von neuem an, den Konduktor zu elektrisiren, so wird die Platte fortfahren, sich zu laden, und neue Grundmassen werden aus der Platte isnk gehen, bis das Gleichgewicht vollkommen wieder hergestellt seyn wird. Diese Wirkung wird sich so oft erneuern, als man das Elektrisiren wieder anfangen wird.

Endlich wird aber die gegenseitig zurückstossende Kraft der in die Platte cogd getretenen Grundmassen, die zugleich dazu beitragen, daß das Fluidum in dieser Platte sich anhäuft, so beträchtlich werden, daß sie den Widerstand der umliegenden Luft überwindet, und fährt

man fort, über diese Grenze hinaus den Konduktor zu elektrisiren, so wird, da der ganze Theil von Fluidum der zum Gleichgewicht des Widerstands der Luft nöthig war, fortwährend aus der Platte cogd geht, diese Platte nichts mehr erhalten, während dem die Platte isnk ihrer Seits aufhören wird, zu verlieren. In diesem Augenblicke wird die Flasche hinlänglich geladen seyn.

§. 73.

Da das Glas der elektrischen Materie nicht allen Durchgang versagt (§. 2.), so sieht man ein, daß ein Theil des Fluidums von cogd in die nahe bei og befindlichen Lagen treten muß, zu derselben Zeit, da ein Theil des in den nahe bei sn befindlichen Lagen enthaltenen Fluidums in die Platte sikn geht, um sich durch die Kette lm zu verlieren.

§. 74.

Besonders ist zu bemerken, daß vermöge der Nähe beider metallenen Platten cogd, sikn, die erste dieser Platten weit stärker elektrisirt wird, als sie es gewesen war ohne die Gegenwart der andern Platte; denn, da ein Theil des in der Platte cogd überflüssig enthaltenen

Fluidums in dieser Platte durch die anziehende Kraft von sikn zurückgehalten wird (§. 7.), so häuft sich das Fluidum darin noch über die Grenze hinaus an, wo es im Stande gewesen war, den Widerstand der Luft zu überwinden, wenn die Platte sikn nicht da wäre, welches mit der Erfahrung übereinstimmt.

Hieraus folgt noch, daß die Platte cogd weit länger ihre positive Elektricität behalten muß, als sie es in dem Falle thun würde, wo die Platte sikn nicht da wäre. Wenn man auch eine Flasche, die keine äussere Bewaffnung hat, nur dadurch elektrisirt, daß man die Hand von aussem daran hält, so wird sie sich weit schneller entladen, wann man sie mitten in der Luft aufhängt, als wann man eine Metallplatte an ihre äussere Oberfläche gehalten hätte.

§. 75.

Man stelle sich vor, daß man auf der Oberfläche ik das äusserste Ende eines gekrümmten Eisens zqr, oder irgend eines andern ähnlichen unelektrischen Körpers lege. Vermöge dieser Verrichtung allein wird nichts neues geschehen; weil daraus, daß das längst ik liegende Fluidum im Gleichgewichte sich befindet

(§. 72.), folgt, daß die Flasche keine Wirkung auf das im Körper zqr enthaltene Fluidum hat.

Wenn man aber hierauf das andere Ende r dieses Körpers auf die Oberfläche cd legt; so wird, da das in cogd enthaltene Fluidum auch eine zurückstossende Kraft erfährt, die nicht durch den Widerstand der Luft zerstört wird, ein Theil dieses Fluidums sogleich in den Körper rq dringen, wo es einen freien Zutritt erhält.

Aber die Platte cogd kann von ihrem Fluidum nichts verlieren, ohne daß die Platte sikn selbst neues Fluidum anzieht; sie wird also ihre Anziehung auf den Körper zqr äussern, und diese beiden gleichzeitigen Wirkungen, sowohl die der Platte cogd, um sich des Ueberflusses an Fluidum zu entledigen, als die der Platte isnk, um das Verlorene wieder zu erhalten, werden verursachen, daß die Rückkehr des Fluidums von einer Platte zur andern mit einer ausserordentlichen Schnelligkeit geschehen wird.

Dieser schnelle und lebhafte Ausbruch verursacht den starken Funken, den man zwischen der Oberfläche cd und dem Ende r des Leiters erblickt, wann man diesen letztern nahe an cd bringt.

Wenn, anstatt einen metallenen Körper zu gebrauchen, auf der einen Seite die Oberfläche ik, und auf der andern die Oberfläche cd oder die Kette tx berührt, so sieht man ein, daß diese Person alsdann einen heftigen Stoß an den Theilen des Körpers erhalten wird, die in der Richtung des Stroms liegen, wie dies alle, die den Versuch machen, erfahren.

§. 76.

Man wird leicht aus den Grundsätzen der dargestellten Theorie schliessen, daß dieselben Wirkungen Statt haben werden in dem Falle, wo die Platte cogd negativ statt positiv elektrisirt wäre. Alsdann würde die Platte sikn sich positiv elektrisiren, und die Rückkehr des elektrischen Fluidums würde mit eben der Schnelligkeit erfolgen, wie im vorhergehenden Beispiele, aber in entgegengesetzter Richtung, nämlich von ik nach cd.

§. 77.

Je dünner die Flasche ist, und je mehr alle Umstände übrigens gleich sind, desto stärker wird sie elektrisirt werden. Denn, auf der einen Seite, wird die zurückstossende Kraft des Fluidums von cogd gegen das Fluidum von sikn,

wegen einer geringern Entfernung zwischen den beiden Platten, mit mehr Kraft wirken.

Auf der andern Seite wird, da die Platte sikn mehr ausgeleert ist, ihr Fluidum desto weniger das von cogd zurückstossen, oder, wenn man lieber will, ihre eigene Materie wird mehr dasselbe Fluidum anziehen; hieraus folgt, daß die positive Elektricität auf der einen, und die negative auf der andern Seite beträchtlicher seyn wird, als in dem Falle, wo das Glas abfc dicker ist.

§. 78.

Eine an einem Konduktor mitten in einer sehr trocknen Luft aufgehängte Flasche kann nur sehr schwach elektrisirt werden; denn, da alsdann das Fluidum nur in sehr geringer Menge in die umliegende Luft übergehen kann, so wird die Wirkung der Zurückstossung des Fluidums von cogd auf das von sikn nur darin bestehen, daß sie einen Theil dieses Fluidums nach ik stößt, und einige Grundmassen davon in die benachbarte Luft gehen läßt.

Da aber diese Wirkungen sehr eingeschränkt sind, so wird nur eine schwache negative Elektricität in dem nach sn liegenden Theile der Platte sikn entstehen; hieraus folgt, daß, da

die zurückstossende Kraft des Fluidums von cogd nur eine kleine Verminderung erlitten hat, cogd sich nur mit einer kleinen Menge von hinzugekommenem Fluidum laden kann; wenn man hierauf fortfahren wird, den Konduktor zu elektrisiren, so wird das ganze überflüssige Fluidum durch die nahe bei cd befindliche Luft.

Es ist daher nicht vollkommen wahr, was die Anhänger der Theorie des Hrn. Aepinus behaupten, daß die Flasche sich in einer sehr trocknen Luft gar nicht elektrisire.

Wirklich wird man, wenn man versucht, eine solche Flasche mit Hülfe eines Leiters zu entladen, aus dem Theile cd oder aus einem ganz andern, mit ihm in Verbindung stehenden, Körper einen Funken ziehen, der, wenn gleich schwach, doch stärker seyn wird, als wenn die innere Oberfläche nur so viel elektrisches Fluidum hätte, als sie unabhängig von der Platte sikn erhalten haben würde.

§. 79.

Eine geladene, unter einem von Luft gereinigten Recipienten gehängte Flasche entladet sich, je nachdem man ihn leert. Geschieht dieser Versuch in der Dunkelheit, so sieht man eine Menge leuchtender Ausflüsse aus dem Kno-

pfe der Flasche gehen, und sich nach ihrem äussern Theil neigen. Die Ursache dieser Erscheinungen ist nach dem bereits oben gesagten klar.

Denn da die elektrische Materie in der innern Bewaffnung durch den Widerstand der Luft nicht mehr zurückgehalten wird, so geht sie, um in die äussere Oberfläche zu kommen, durch den Knopf hindurch; so daß die beiden Oberflächen beinahe wieder in den natürlichen Zustand treten, indem die positiv elektrisirte nach und nach ihren ganzen Ueberfluß an Fluidum der im negativen Zustande befindlichen überschickt. Dieser schöne Versuch rührt vom Hrn. Parcieux her, einem Neffen des berühmten Mitglieds der Akademie gleiches Namens, der durch seine Talente für die Experimentalphysik bekannt ist.

§. 80.

Es folgt hieraus ferner, daß eine Flasche in einem leeren Raume nur sehr schwach sich laden kann, wenn selbst ihre äussere Oberfläche mit unelektrischen Körpern in Verbindung steht.

Denn, wenn man den Recipienten von Luft reinigt, so hebt man dadurch ein mächtiges Hinderniß, das in der innern Bewaffnung den vom Konduktor erhaltenen Ueberfluß an

elektrischem Fluidum unterhalten hätte, so daß diese Bewaffnung nur eines geringen Grads von positiver Elektricität bedarf, um stark genug zu seyn.

§. 81.

Wenn man eine Leidener Flasche an einem seidenen Faden mitten in einer trocknen Luft aufhängt, nachdem man sie geladen und den Finger nahe an ihre äussere Oberfläche gebracht hat, so wird kein Funke herauskommen, wenn gleich diese Oberfläche negativ elektrisirt ist, welches doch nach den oben aufgestellten Grundsätzen (§. 72.) geschehen muß, weil die Wirkungen beider Oberflächen auf das äussere Fluidum sich so das Gleichgewicht halten, daß dies Fluidum eben so stark angezogen als zurückgestossen wird, und daß es hierdurch längst der Oberfläche ik (Fig. 19.) unbeweglich bleibt.

Bringt man aber denselben Finger nahe an dem Knopf, der mit der innern Oberfläche in Verbindung steht, so wird man daraus einen Funken ziehen, weil, wie wir gesehen haben, indem die Flasche einen Theil ihrer zurückstossenden Kraft auf das Fluidum der äussern Oberfläche anwendet, das nur durch die umliegende Luft zurückgehalten wird, die Anziehung des

Fingers, die diese zurückstossende Kraft verstärkt, einen Theil des Fluidums, worauf es hier ankommt, herauszugehen nöthigt.

Da alsdann die innere Oberfläche von ihrem elektrischen Fluidum verloren hat, so wird ihre zurückstossende Kraft gegen die äussere Oberfläche vermindert werden; so daß diese im Stande seyn wird, eine gewisse Menge von Grundmassen anzuziehen, und sie würde es auch gewiß thun, indem sie dieselben aus der umliegenden Luft nimmt, wenn das Fluidum sich ohne Schwierigkeit in dieser Luft bewegen könnte.

Ist alles in diesem Zustande, und man nähert aufs neue den Finger der äussern Oberfläche, so wird ein durch das Fluidum verursachter Funke herauskommen, der sich vom Finger nach dieser Oberfläche neigt. Alsdann wird das Gleichgewicht wieder hergestellt werden; so daß man keinen Funken wieder erhalten kann, wenn man aufs neue den Finger an die äussere Oberfläche bringt.

Nähert man ihn aber dem Knopfe, so wird aufs neue ein Funke hervorkommen; und so fortdauernd, so daß man, wenn man von Zeit zu Zeit den Finger zuerst auf die eine,

und dann auf die andere Oberfläche legt, die Flasche nach und nach ganz entladen wird.

§. 82.

Man sieht hieraus, daß die aufgehängte und isolirte Flasche sich nur dadurch willkührlich entladen kann, daß sie einen Theil des Fluidums ihrer innern Oberfläche verliert, und sie der Luft mittheilt, hierauf wird die äussere Oberfläche selbst anfangen, zu verlieren, und so fortdaurend, bis die beiden Oberflächen sich wieder in ihrem natürlichen Zustande befinden.

Diese Rückkehr geschieht um so langsamer, je trockener die benachbarte Luft ist, und man sieht zuweilen solche aufgehängte Flaschen noch nach vier und zwanzig Stunden oder sogar mehrern Tagen merkliche Zeichen von Elektricität von sich geben.

IX. Von einigen besondern Mitteln, die elektrische Eigenschaft zu erwecken.

§. 83.

Der Apparat und das Verfahren unserer Elektrisirmaschinen sind auf die beiden gewöhnlichsten Mittel, die Körper zu elektrisiren, gerichtet, das eine durch das Reiben, das andere durch die Berührung oder Nähe eines Körpers, der schon die elektrische Eigenschaft besitzt. Diese beiden Mittel sind seit langer Zeit die einzig bekannten gewesen.

Hierauf beobachtete man, daß unter den Substanzen, die durchs Reiben elektrisch werden können, sich einige, wie zum Beispiel das Harz, das Siegellack, der Schwefel ꝛc. befänden, die Zeichen von Elektricität von sich gaben, wenn man sie hatte schmelzen, und dann sogleich wieder gefrieren lassen.

Das Siegellack ist besonders in dieser Rücksicht so empfindlich gegen die Wirkung der

Hitze, daß man eine Stange davon nur sehr schwach erwärmen, und sie in einer kleinen Entfernung von einer sich drehenden Nadel, wovon ich bald mehr sagen werde, legen kann, um diese Nadel sich in Bewegung setzen zu sehen. Das Siegellack ist fast immer elektrisch, ohne einige Vorbereitung, wenn nur die Luft zugleich warm und trocken ist.

§. 84.

Die Wirkung der Hitze, um die des elektrischen Fluidums zu begünstigen, scheint in der Erweiterung zu bestehen, die die eigenen Grundmassen der Körper entfernt, und dadurch die innere Bewegung des Fluidums, um aus einem Theile dieser Körper in den andern zu treten, erleichtert.

Diese Wirkung beweißt keine gehörige Analogie zwischen der Materie der Hitze und der elektrischen Materie, und ich glaube, man muß bei Bezeichnung der Verhältnisse zwischen diesen beiden Materien, wie es einige Physiker gethan haben, die Fälle, wo die Hitze nur als Hülfsmittel zur Hervorbringung der Erscheinungen dient, von denen unterscheiden, wo ihre Wirkungsart der des elektrischen Fluidums gleicht.

§. 85.

Unter denen zu diesem letzteren Vergleichungspunkt gehörigen Thatsachen ist besonders eine sehr merkwürdig.

Die Hitze verbreitet sich bekanntlich sehr leicht in den metallischen und flüssigen Körpern, da sie hingegen nur langsam in glasartigen und harzigen Substanzen sich verbreitet. Der Schmelzer hält ohne Schaden das eine Ende einer Glasröhre, deren anderes Ende durch die Wirkung der Flamme, worin es steckt, geschmolzen wird. Das Siegellack erregt keine merkliche Hitze auf der Hand, die es hält, selbst in einer kleinen Entfernung von dem Ende, das man zum Gebrauch angesteckt hat.

Eben so verbreitet sich das elektrische Fluidum in einem Augenblick von einem Ende der Metalle und des Wassers zum andern.

Was hingegen das Glas und die harzigen Körper betrifft, so kann man sie zwar auch durch Mittheilung bis zu einem gewissen Punkt elektrisiren; aber man muß hierzu nach und nach alle Theile ihrer Oberfläche der unmittelbaren Berührung eines schon elektrisirten Körpers aussetzen, und, um ihnen in kurzer Zeit ihre Eigenschaft zu benehmen, muß man sie auf einmal mit ihrer ganzen Oberfläche an einen un-

elektrischen Körper legen; so daß, wenn man sie von Zeit zu Zeit nur mit dem Finger berührt, nur der berührte Theil sich entladet.

Diese Wirkung ist eine Folge der Schwierigkeit, womit das elektrische Fluidum sich in den Poren der glasartigen und harzigen Substanzen bewegt; dies zeigt, wie ich schon bemerkt habe, zwischen diesem Fluidum und der Materie der Hitze eine von derjenigen ganz verschiedene Analogie, die man aus der oben angeführten Wirkung schliessen wollte.

§. 86.

Unter den Erscheinungen dieser letzten Art hat keine mehr die Neugierde der Naturforscher gereizt, als die man mit Hülfe gewisser mineralischen Substanzen erhält.

Man hat entdeckt, daß diejenigen von diesen Substanzen, die man Turmaline nennt, und die eine länglichte und prismatische Gestalt haben, sich sehr merklich durch bloße Hitze, ohne Hülfe des Reibens, elektrisiren, so daß die eine ihrer Seiten im positiven, die andere im negativen Zustande sich befindet. *)

---

*) S. zum nähern Detail dieser Entdeckung: Beckmann's Beiträge zur Geschichte der Erfindun-

Alle Steine, die diese Eigenschaft besitzen, sind von derselben Gattung, und haben, wie ich beobachtet habe, gleiche Bildung, ausgenommen die beiden unter dem Namen von brasilischen Topasen und Rubinen bekannten Edelsteine, die, ob sie gleich zu einer andern Art von Mineralien als die Turmaline gehören *), doch auch durch die Hitze elektrisch werden.

Aber beide haben ein und dasselbe Verhältniß in ihrer Bildung, das darin besteht, daß gewisse Flächen ihrer Grundmassen der Axe des Krystalls parallel liegen; so daß der Stein zusammenhängende Trennungspunkte in der Richtung hat, nach der auch das Fluidum sich zu bewegen scheint, wenn es von einem Theile des Krystalls nach dem andern strömt. **)

---

gen. Erst. Band. Leipz. 1782. 8. 2. St. Num. 5. S. 241. und Priestley's Geschichte der Elektricität, übers. von Krünitz S. 198. u. f.

*) Die Edelsteine gehören bekanntlich zu den Kieselarten; den Turmalin hingegen rechnet B. Hauy al Schörl zu den Thonarten.

**) S. Essay d'une théorie sur la structure des crystaux, par M. l'Abbé Haüy, S. 191, und die Mémoires de l'Academie roy: des sciences pour l'Année 1787. Durch diese vortreffliche, mit dem größten Scharfsinn bearbeitete, Abhandlung erwarb sich unser Verfasser vorzüglich den

Ehe wir weiter gehen, halte ich es für nützlich, einen sehr einfachen Apparat zu beschreiben, dessen ich mich bei den elektrischen Versuchen des Turmalins bedient habe. Er besteht.

1) In einem messingernen Faden, an dessen beiden Enden sich eine kleine Kugel befindet, und der sich mit Hülfe einer Klappe auf einer ebenfalls messingernen nicht isolirten Angel bewegt.

2) In einer Stange Siegellack, an dessen Ende ein sehr dünner, einige Linien langer Faden befestigt ist.

Ist der Turmalin erwärmt, so nähere ich ihn zuerst, in einer kleinen Entfernung, einem von den Enden der Nadel, und halte ihn für hinlänglich erhitzt, wenn er merkliche Anziehungen auf der Nadel hervorbringt. Sogleich reibe

---

Namen eines großen Mineralogen und Naturforschers. Sie ist nachher von ihm selbst in einem neuern Aufsatze unter demselben Titel in den Annales de Chimie 1793. Juin, p. 225. ausgeführt, und von Gillot im Journal de Physique 1793, Juillet p. 103. mit einer Darstellung durch analytische Formeln begleitet worden. Eine deutsche Uebersetzung davon findet sich im Magazin für das Neueste a. d. Physik und Naturgeschichte. II. B. 4. St.

ich dann die Stange Siegellack verschiedenemale auf einem Tuche: durch diese Verrichtung wird das Ende des seidenen Fadens negativ elektrisch.

Hierauf bringe ich wechselsweise die beiden Spitzen des Turmalins an diesem Faden, während dem ich ihn selbst so halte, daß er so viel wie möglich mit diesem Faden eine parallele Richtung hat, und es geschieht immer, daß eins von den Enden des Turmalins diesen Faden zurückstößt, das andere ihn anzieht.

§. 87.

Die Versuche mit den Turmalinen haben mehrere ausgezeichnete Gelehrte beschäftigt, z. B. die Herrn Lehmann, Daubenton, Adanson ꝛc.; doch keinen mehr als Hrn. Wilson *) und Hrn. Aepinus selbst, der

*) Experiments on the Turmalin, by Mr. Benj. Wilson in den Philosophical Transactions. Vol. LI. Part. I. p. 303. und A letter from Mr. Benj. Wilson to Mr. Aepinus, ebendas. Vol LIII. p. 436. Wilson entdeckte zuerst, daß sich die Elektricität des Turmalins in der Gegend zweier Punkte zeigt, die man gewöhnlich seine Pole nennt, und daß diese Pole in gerader Linie mit dem Mittelpunkte des Steins in der Richtung seiner Blätter oder Streifen liegen, nach der er vollkommen undurchsichtig ist. Auch

über diesen Gegenstand eine Abhandlung in den Schriften der Berliner Akademie der Wissenschaften für das Jahr 1756 eingerückt hat. *)

Dieser Gelehrte hat das Daseyn der beiden Elektricitäten, einer positiven und negativen, die die Turmaline zeigen, bewiesen. Er fügt noch hinzu, daß, wenn man den Stein auf eine glühende Kohle oder auf einen sehr heissen Metall legt, er sich in umgekehrter Richtung elektrisire, so daß die gewöhnlich positive Seite negativ wird, und so umgekehrt; daß sie aber nach einigen Augenblicken wieder in ihren gewöhnlichen Zustand tritt.

Nach Hrn. Aepinus kommt diese Veränderung des Zustandes daher, weil die verschiedenen Theile des Turmalins sich ungleich erhizzen; hieraus entsteht eine Art von Abweichung

---

beobachtete er zuerst, daß dieser Stein sogar mit einer andern nicht leitenden Substanz, z. B. Siegellack, Oel rc. überzogen, dennoch die elektrischen Erscheinungen zeigt.

*) In der Folge ließ Hr. Aepinus alle hierüber gewechselten Schriften unter folgendem Titel zusammendrucken: Recueil de différens mémoires sur le Tourmaline, publié par M. Franc. Ulr. Theob. Aepinus, à Petersbourg. 1762. 8.

in der innern Bewegung und der Wirkungsart des Fluidums.

Aber Hr. Wilson, der, wie wir erwähnt haben, eine Menge von Versuchen über den Turmalin angestellt hat, versichert, daß, wann der Stein ungleich erwärmt wäre, er von beiden Seiten positiv elektrisirt werde, wenn die heisseste Seite die positive wäre, und daß hingegen beide Seiten negativ elektrisirt würden, wenn die negative Seite die heisseste wäre.

Die Verschiedenheit der Resultate, die seine Versuche, verglichen mit denen des Hrn. Aepinus, darstellen, schreibt er der verschiedenen Grösse der gebrauchten Turmaline oder der Verschiedenheit des Verfahrens selbst zu.

Ich habe dieselben Versuche mit einem krystallisirten spanischen Turmalin gemacht, der 26 Linien lang, und eine Linie und $\frac{3}{4}$ dick war, den ich auf eine glühende Kohle setzte, und erhielt zu verschiedenenmalen Resultate, die mit denen des Hrn. Aepinus, und andere, die mit denen des Hrn. Wilson vollkommen übereinstimmten.

Ich bemerkte sogar einigemale, daß der Turmalin, nachdem ich ihn aus dem Feuer genommen hatte, noch einige Minuten lang die Eigenschaft behalte, zu gleicher Zeit durch seine

beiden Spitzen einen negativ elektrisirten seidenen Faden zurückzustossen.

Man sieht in der That ein, daß diese verschiedenen zufälligen Modifikationen der Wirkung des Fluidums in verschiedenen Zeiten Statt haben können, wegen der Veränderungen, die eine ungleiche Hitze in der Dicke des im Steine enthaltenen Fluidums verursachen kann.

§. 88.

Ich wollte wissen, ob unter den mineralischen Substanzen sich keine andere befände, die auch die Wirkungen des Turmalins hervorbrächten; da ich in dieser Absicht alle diejenigen untersuchte, die sich nicht eigentlich im metallischen Zustande befinden, so fand ich, daß der Galmei allein die Eigenschaft des Turmalins habe, durch die Hitze merklich elektrisch zu werden *); dies ist um so sonderbarer, da der

---

*) Kurz nach Vollendung dieses Werks hat Bürger Hauy am Boracite oder Boraxspathe ebenfalls diese Eigenschaften entdeckt. Bei der Elektricität des Boracits ist es besonders merkwürdig, daß sie sich nach vier verschiedenen Axen äussert, wovon jede von einer Ecke des würflichten Krystalls bis zur gegenüberstehenden geht, so daß in jeder Axe das eine Ende positive Elektricität zeigt, wenn

Galmei zu dem Zink gehört, der bekanntlich ein Halbmetall ist.

Da die genauere Beschreibung dieser Substanzen nicht zu meinem Gegenstande gehört, so begnüge ich mich damit, sie nur den Naturforschern anzuzeigen. Man kann über diesen Gegenstand die Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1785 nachlesen.

§. 89.

Die Herren Lavoisier und La Place haben eine andere Erscheinung der Elektricität entdeckt, die um so mehr unsere Aufmerksamkeit verdient, da sie ein neues Licht über die Art

---

das andere eine negative hat. Diese vierfache Verbindung der beiden Elektricitäten schreibt Hauy der symmetrischen Figur dieser Krystalle zu, da in den andern Mineralien, die diese Eigenschaft besitzen, nur eine einzige Axe vorhanden, und die Verbindung der Elektricitäten nur einfach ist. Die Abhandlung, worin der berühmte Hauy von dieser interessanten physikalischen Entdeckung eine umständliche Nachricht mittheilt, führt den Titel: Sur l'Electricité du Boracit, und steht im Journal de Physique 1791. p. 323. Eine deutsche Uebersetzung von dieser vortrefflichen Abhandlung findet sich in Gren's Journal der Physik. B. VII. S. 87.

verbreitet, wie das elektrische Fluidum in der Natur wirkt.

Diese beiden Gelehrten hatten bemerkt, daß die Körper, wenn sie aus dem Zustande der festen oder flüssigen Körper in den der Dünste übergehen und so umgekehrt, unbezweifelte Zeichen von negativer oder positiver Elektricität von sich geben. Sie haben diese Resultate der Pariser Akademie der Wissenschaften den 6ten März 1781. angezeigt, und einige Zeit nachher theilten sie ihr das Detail ihrer Versuche über diesen Gegenstand mit.

Bei diesen Versuchen wurden die Körper, aus denen sich die Dünste erhoben, oder die sich in Dünste verwandelten, isolirt.

Da die Zeichen von Elektricität schwach und augenblicklich zu seyn schienen, so brachten die beiden Naturforscher die Körper vermittelst einer eisernen Kette oder eines Draths mit einem kleinen, dem schon beschriebenen (§. 48.) des Hrn. Cavallo ähnlichen, Elektrometer in Verbindung. Da man aber Ursache hatte, zu hoffen, daß die Elektricität von Zeit zu Zeit stärker und anhaltender werden würde, so be-

diente man sich des Kondensators vom Hrn. von Volta. *)

Die Herren Lavoisier und La Place thaten Eisenfeile in einen Topf mit einer weiten Oeffnung, und gossen Vitriolsäure mit drei Theile Wasser vermischt darauf. Es erhitzte sich lebhaft, die brennbare Luft entband sich schnell, und nach einigen Minuten wurde der

---

*) Dies Instrument ist nichts anders, als eine Art von Elektrophor, bei dem Hr. von Volta an die Stelle der harzigen Scheibe, welche die metallene bedeckt, einen von denen Körpern setzt, die nur unvollkommen isoliren, und die man wie das Mittel zwischen unelektrische und elektrische Körper betrachten kann. Hierunter gehört zum Beispiel der weise Marmor, der Alabaster, Achat, Chalcedon, Elfenbein, Schildplatte, mit Leinöl getränktes oder überkalchtes Holz, trocknes Leder, Pergament, Papier ꝛc. Wenn man der Scheibe, während dem man sie auf eine solche Stütze stellt, einen gewissen, sogar sehr schwachen, Grad von Elektricität mittheilt; so wird das natürliche Fluidum in dem obern nahe bei der Scheibe befindlichen Theile der Stütze augenblicklich, nach dem verschiedenen Zustande dieser Scheibe selbst, entweder angezogen oder zurückgestossen; und da vermöge der Natur der Stütze, die dem Fluidum zum Theil den Durchgang erlaubt, dieses eine gewisse Freiheit hat, sich darin zu bewegen, ohne doch eben so leicht wieder herausgehen zu können, so ist der Zustand der Stütze, nach der Wirkung,

Kondensator so stark mit Elektricität geladen, daß er einen ziemlich starken Funken von sich gab. Der Elektrometer zeigte, daß die Elektricität negativ war.

Die Erzeugung der fixen und der Salpeterluft durch auf pulverisirte Kreide gegossene Vitriol- und Salpetersäure gab ähnliche Resultate. Isolirte und mit brennenden Kohlen angefüllte

---

die die Scheibe auf sie äussert, weit mehr vom natürlichen Zustande verschieden, als im Falle einer vollkommenen Isolirung. Durch eine nothwendige Folge wird die Scheibe, da sie weit stärker auf die Stütze wirkt, fähig, sich mit sehr leichten Mengen von Elektricität zu laden, die sich darin unbemerkt anhäufen, ohne in die Stütze treten zu können, wegen des Widerstandes, den das Fluidum bei dem Orte der durch die ebene Fläche entstandenen Berührung antrifft, so daß nach einer gewissen Zeit die Summe aller dieser kleinen Mengen so zunehmen kann, daß, wenn man die Scheibe weggenommen, und den Finger oder einen andern Leiter ihr genähert hat, ein sehr lebhafter Funke hervorkommt. Hiervon rührt der Name Kondensator her, den dies Instrument führt. Eine genauere Beschreibung von Volta's elektrischem Kondensator findet sich in den Philosophical Transactions Vol. LXXII. P. I. in Rozier Journal de Physique. May. Juillet, Aout. 1783. und im Leipz. Magazin f. d. Neueste a. d. Physik und Naturgeschichte. III. B. St. 3.

Glutpfannen gaben auch nach Verbrennung der Kohlen sehr merkliche Zeichen von negativer Elektricität von sich.

Es scheint auch, daß bei diesen Versuchen die Körper, die sich in Dünsten auflösen, aus den Gefässen, die sie berühren, einen Theil ihrer eigenen Elektricität ziehen; dies giebt eine neue Analogie zwischen der Hitze und die Elektricität.

Aber die Resultate waren verschieden, da die beiden Mitglieder der Akademie ein besonderes Verfahren anwandten; dies bestand darin, daß sie auf die warmen und isolirten eisernen Pfannen Wasser gossen; da diese Verrichtung dreimal wiederholt worden war, so war die hervorgebrachte Elektricität nicht so, wie beim ersten Versuche, negativ; sie war ganz positiv in den beiden folgenden. (S. d. Mémoires de l'Académie des sciences. Année 1781. p. 292.)

Hr. von Saussüre hat nachher eine Menge von Versuchen gleicher Art, besonders in Ansehung der letzten der eben beschriebenen Thatsachen, gemacht.

Dieser geschickte Naturforscher that ein glühendes Eisen in eine kleine Menge von Wasser, das sich auf dem Boden eines isolirten me-

tallenen Gefässes befand, und erhielt dadurch eine starke positive Elektricität.

Erstaunt über dieses Resultat, das mit dem gar nicht übereinstimmte, was bei der durch bloßes Aufkochen verursachten Verdünstung sich zeigt, nahm er sich vor, die Ursache dieses Unterschieds aufzusuchen.

In dieser Absicht verdoppelte und veränderte er diese Versuche: er nahm bald stark erhitzte eiserne, bald kupferne, bald silberne Tiegel, in die er zu verschiedenenmalen eine bestimmte Menge des Fluidums goß, das er verdünsten lassen wollte.

Er bediente sich auch verschiedener Flüssigkeiten, z. B. destillirten Wassers, Weingeists und Aethers. Er verfertigte Tafeln, die den Augenblick jeder Projektion, die Dauer der Verdünstung, die Natur, so wie den Grad der hervorgebrachten Elektricität, endlich den Zustand des Tiegels und der Dünste in den verschiedenen Projektionen anzeigten. Es war bald gar keine Elektricität, bald war eine positive, bald eine negative vorhanden.

Hr. von Saussüre glaubt, daß, wenn die Verrichtung, die das Wasser in Dünste auflößt, zugleich dieses Fluidum oder den Körper, der es berührt, in Unordnung bringt, eine neue

Menge von elektrischer Materie hervorbringe, und daß das Gefäß, welches zu dieser Verrichtung dient, eine positive oder negative oder gar keine Elektricität erhalte, je nachdem die Menge des erzeugten Fluidums der, welche die Ausdünstung aus dem Gefässe nimmt, entweder gleich, oder größer oder kleiner als dieselbe sey.

Das Detail dieser schönen Versuche, so wie der sehr wahrscheinlichen Folgen, die der Verfasser daraus hergeleitet hat, kann man im zweiten Theile seiner Reisen über die Alpen (S. 227 und folg.) lesen, wo man auch eine sehr interessante Reihe von Beobachtungen über die Elektricität der Atmosphäre finden wird.

Was diese Elektricität betrifft, so glaubt Hr. von Saussüre mit Hrn. von Volta, daß sie wirklich positiv sey, und daß der negative Zustand der Atmosphäre, die bei gewissen Arten von Regen und zuweilen während dem Gewitter Statt hat, in zufälligen und lokalen Ursachen ihren Grund haben. Die erste dieser Elektricitäten schreibt er der Aufsteigung der Dünste zu, die der Erde einen Theil ihres elektrischen Fluidums nehmen, ihn in der Atmosphäre niedersetzen und sich anhäufen. (Ebend. S. 226).

§. 90.

Niemand zweifelt jetzt, daß die Materie des Donners elektrisches Fluidum sey, daß aber durch seine Menge und Stärke gewissermassen, von sich selbst so verschieden wirkt, daß das Auge eines Genies dazu gehörte, um in dem schrecklichen Schauspiele eines Gewitters dieselbe Ursache zu entdecken, die die aus unsern Konduktoren springenden Funken und Feuerbüschel hervorbringt.

Diese Aehnlichkeit war schon von vielen Gelehrten, z. B. den Herren Gray, Abt Nollet, Dühamel, Halles rc. geahndet worden, aber dem berühmten Franklin war es vorbehalten, den Beweiß davon zu geben, indem er das elektrische Fluidum über die Atmosphäre hinaus suchte, und an die Stelle unserer Maschinen eine Gewitterwolke setzte, um alle Wirkungen zu erhalten, die wir mit Hülfe der künstlichen Mittel hervorbringen können.

Man sieht leicht ein, daß die Gewitter überhaupt von einer sehr ungleichen Vertheilung des in der Natur verbreiteten Fluidums herrühren, das an gewissen Oertern sich überflüssig befindet, während dem andere davon leer sind, und sich im negativen Zustande befinden.

Einige Physiker *) haben schon Vermuthungen über die Ursachen dieser großen Verschiedenheit

---

*) Ohne mich ins Detail von den Wirkungen des Donners einzulassen, glaube ich doch eine sehr merkwürdige anführen zu müssen, wovon Lord Mahon (jetzt Graf von Stanhope) zuerst in seinem gelehrten Werke: Principles of Electricity. London 1779. und Elmsly. 1780. (A. d. Engl. übersetzt u. m. Anmerkungen begleitet von J. F. Seeger, Leipzig, bei Crusius, 1789. 8.) Nachricht giebt. Man stelle sich, sagt er, eine ziemlich große positiv elektrisirte Gewitterwolke vor. Wenn sich jemand so stellt, daß er der Wirkung dieser Wolke ausgesetzt ist, ohne ihr doch nahe genug zu treten, um eine Explosion zu verursachen, so wird die zurückstossende Kraft der Wolke das natürliche Fluidum dieser Person herausstossen, und einen Theil davon in die Erde jagen, so daß die Person negativ elektrisirt werden wird. Gesetzt, die Wolke entlade sich alsdann auf einem irdischen Gegenstand, der sich in einer ziemlich großen Entfernung von der Person befindet, so wird diese sogleich ihr ganzes verlorenes Fluidum wieder erhalten, und die Heftigkeit dieser Art von Fluth wird so groß seyn, daß die Person gefährlich verwundet oder getödtet werden wird. Man sieht hieraus, wie es geschehen kann, daß ein weit von dem Orte, wo der Donner einschlägt, befindlicher Mensch dennoch getroffen wird. Eben dies läßt sich auch auf eine negativ elektrisirte Wolke anwenden. Lord Mahon nennt diese Wirkung Rückstoß, (choc en retour, retierning stroke), die er mit Hülfe eines elektrischen Apparats in einer Reihe verschiedener und merkwürdiger Versuche dargestellt hat.

der Dicke gegeben; aber dieser Gegenstand der Physik ist noch nicht hinlänglich aufgeklärt worden, und Resultate, wie diese, die aus den Beobachtungen der berühmten Gelehrten, die wir angeführt haben, folgen, müssen gewiß als kostbare Data betrachtet werden, um auf die vollkommene Auflösung von Fragen in Absicht auf die Theorie der natürlichen Elektricität und der Entstehung des Donners zu führen.

Theorie des Magnetismus.

I. Von den Eigenschaften des magnetischen Fluidums und seiner Vergleichung mit dem elektrischen Fluidum. *)

§. 91.

Die magnetische Materie ist nach Herrn Aepinus ein sehr feines Fluidum, dessen

*) Von der Aehnlichkeit der elektrischen und magnetischen Kräfte handeln ausser denen des Herrn Aepinus vorzüglich folgende Schriften:

1) J. F. Cigna Abhandl. und Versuche von Verwandtschaft der magnetischen Kraft mit der elektrischen, in den Miscellan. Taurinens. T. I. Deutsch im neuen Hamburg. Magazin B. 6. S. 35. S. 403.

2) Franklin's Brief an Hrn. Barbeu-Dübourg im Précis historique et experimental des Phénoménes électriques Paris 1781. 8. p. 545

Grundmassen die Eigenschaft besitzen, sich gegenseitig zurückzustossen, so wie die des elektrischen Fluidums. (§. 1.)

Aber sie sind darin von einander verschieden, daß diese durch alle bekannte Körper angezogen werden können, statt daß es nur eine einzige Substanz gibt, die eine merkliche Anziehung auf die magnetischen Grundmassen äussert. Diese Substanz ist das Eisen im metallischen Zustande.

§. 92.

Alle Naturforscher wissen, daß jenes gewöhnlich braune oder schwärzlichte Mineral, das man natürlichen Magnet nennt, nichts anders ist, als eine Art Eisen, die sich an verschiedenen Orten im Schoose der Erde befindet. Man erkennt es besonders an der Eigenschaft,

---

3) Ueber Elektricität, Magnetismus, Feuer und Aether, eine Abhandlung, worin aus Factis die Meinung erörtert wird, daß die elektrischen Materien von den Materien des Feuers und des Lichts wesentlich verschieden seyen. Von J. A. Donndorf. Quedlinburg. 1782. 8.

4) Recueil des Mémoires sur l'analogie de l'Electricité et du Magnetisme. etc. par. J. H. van Swinden III. Theile, à la Haye 1784. 8.

die es besitzt, Eisenfeile anzuziehen. Man verfertigt auch aus geschmiedetem Eisen oder vielmehr Stahl künstliche Magnete, wovon wir in der Folge reden werden.

§. 93.

Alle Körper in der Natur, ausgenommen das Eisen, verstatten dem magnetischen Fluidum allen Durchgang, so daß es frei durch dieselbe fährt, ohne von ihrer Seite irgend eine Wirkung zu erfahren, und ohne irgend ein Zeichen von Magnetismus an ihnen bemerken zu lassen.

Dies verhält sich anders mit dem Eisen, das magnetische Fluidum dringt wirklich durch dasselbe, aber mit vieler Schwierigkeit. Das Eisen ist in Ansehung dieses Fluidums dasselbe, was die selbstelektrischen Körper (§. 2.) in Ansehung des elektrischen Fluidums sind.

§. 94.

Je härter das Eisen ist, desto mehr Schwierigkeit findet das magnetische Fluidum, sich in seinen Poren zu bewegen. Das weiche Eisen öffnet den Grundmassen dieses Fluidums einen weit leichtern Zutritt, und nähert sich, der Analogie nach, sehr den unelektrischen Körpern.

Ueberhaupt aber ist es durch Versuche, die in diesem Werke vorkommen werden, ausgemacht, daß das Eisen dem magnetischen Fluidum weniger den Durchgang verstattet, als die sogar im höchsten Grade selbstelektrischen Körper dies in Ansehung des elektrischen Fluidums thun.

§. 95.

Wir haben gesehen, daß jeder Körper von Natur eine gewisse Menge von elektrischem Fluidum enthalte. Das Eisen, selbst das, welches kein Zeichen von Magnetismus von sich giebt, hat auch seine natürliche Menge von magnetischem Fluidum.

Aber es findet ein sehr merklicher Unterschied zwischen dem Eisen und den elektrischen Körpern Statt, in Ansehung der Art, wie sie aus ihrem natürlichen Zustande in den übergehen, wo das durch sie dringende Fluidum seine Wirkung äussert.

Bei diesem Uebergange geschieht es bisweilen, daß die elektrischen Körper entweder eine überflüssige Menge von elektrischem Fluidum erhalten, oder einen Theil ihres natürlichen verlieren.

Das magnetische Fluidum hingegen kann nicht anders als mit einer solchen Schwierigkeit in das Eisen dringen, daß es fast unmöglich ist, daß dieses Metall von den umliegenden Körpern neuen Zuwachs erhalte, oder von seinem eigenen etwas verliere. Alle unsere Bemühungen, dem Eisen die magnetischen Eigenschaften mitzutheilen, haben daher blos die Absicht, eine Bewegung des Fluidums im Innern des Eisens selbst hervorzubringen.

§. 96.

Hieraus entsteht ein neuer Unterschied zwischen den magnetischen und elektrischen Körpern. Man kann unter diesen letztern sehr viele finden, die ganz positiv oder ganz negativ elektrisirt sind (§. 4). Beim Eisen ist hingegen, wenn es Magnet geworden ist, immer ein Theil im positiven, der andere im negativen Zustande. Wir werden in der Folge vom Resultate der Versuche reden, die man zur Vermehrung der im Eisen enthaltenen natürlichen Menge von Fluidum angestellt hat.

§. 97.

Man weiß, daß ein frei aufgehängter Magnet die eine seiner Seiten nach Norden,

die andere nach Süden dreht; daher kommen die Benennungen von Nordpol oder Borealpol, und von Südpol oder Australpol, die man den beiden Seiten eines Magnets nach ihrer Richtung gegen den einen oder den andern der Pole unserer Erdkugel beigelegt hat.

Man hat noch nicht entdecken können, welcher von den beiden Polen eines Magnets sich im positiven Zustande befinde, und welcher einen negativen Magnetismus besitze.

§. 98.

Mehrere Naturforscher haben geglaubt, daß das elektrische und magnetische Fluidum ein und dasselbe sey. Diese Meinung kann nicht angenommen werden, wenn man nur bedenkt, wie merklich diese beiden Fluida in ihren Eigenschaften, besonders in der von einander verschieden sind, daß das erste von allen bekannten Körpern, das letzte nur vom Eisen angezogen werden kann (§. 91.) nur die Wirkungen dieser beiden Fluida sind, wie wir bald sehen werden, denselben Gesetzen unterworfen, und unterscheiden sich in Ansehung der Art, wie sie sich äussern, nur nach der Verschiedenheit unter den Körpern selbst, die sie zeigen.

§. 99.

Wir schliessen hieraus, daß es nicht zu verwundern ist, daß die Elektricität an Erscheinungen fruchtbarer ist als der Magnetismus; denn diejenigen, die vom magnetischen Fluidum abhängen, gründen sich nur auf die eine Art von Körpern, in denen das Fluidum sich mit vieler Mühe bewegt; aber die Elektricität, ausser dem, daß sie alle drei Reiche der Natur begreift, bringt mit Hülfe der gegenseitigen Wirkung der unelektrischen und selbstelektrischen Körper eine Menge von Wirkungen hervor, die auf tausenderlei Art von einander verschieden sind.

II. Von den Gesetzen, denen die Wirkung des magnetischen Fluidums nach den im vorhergehenden Abschnitte dargestellten Eigenschaften unterworfen ist.

§. 100.

Da die Gesetze, die das magnetische Fluidum befolgt, dieselben sind, die bei Hervorbringung der Erscheinungen wirken, die vom elektrischen Fluidum abhängen; so läßt sich alles, was wir über die verschiedenen Fälle bei der Wirkung dieses letzten Fluidums gesagt haben, (§. 6 und folg.), überhaupt auch auf den Magnetismus anwenden.

Aber die Verschiedenheit, die der Unterschied zwischen elektrische und magnetische Körper in den Resultaten bewirkt, erfordert, daß wir denen von diesen Resultaten, die die des Magnetismus fähigen Körper betreffen, gewisse Modificationen ertheilen.

§. 101.

Wir haben die Wirkung eines ganz positiv oder ganz negativ elektrisirten Körpers auf benachbarte Grundmassen von Fluidum dieses Körpers betrachtet (§. 6 und §. 7.); da uns aber der Magnetismus vielleicht nie diesem analoge Fälle darbieten wird (§. 95.), so wollen wir uns nur auf den einzigen Fall einschränken, wo die Theile eines Körpers sich in verschiedenen Zuständen von positivem oder negativem Magnetismus befinden.

Man stelle sich einen Körper A (Fig. 19.) vor, in dessen Theilen AB, AC das magnetische Fluidum ungleich vertheilt sey, so daß im Theile AC Ueberfluß und im Theile AB Mangel an Fluidum ist.

Könnte man die in diesen beiden Theilen enthaltenen Mengen von Fluidum, so wie das Verhältniß dieser Mengen nach Willkühr verändern; so würden wir hier alles, was bei der Wirkung eines auf der einen Seite positiv, auf der andern negativ elektrisirten Körpers auf die nahe bei diesem Körper befindlichen Grundmassen des Fluidums vorkommt, anwenden können; es kann nämlich geschehen, daß das Fluidum auf der einen Seite angezogen und zurückgestos-

sen werde, während dem es auf der andern unbeweglich bleibt, oder daß es von beiden Seiten auf einmal angezogen oder zurückgestossen, oder daß es endlich von der einen Seite angezogen, von der andern zurückgestossen werde.

Aber man wird sich nach dem, was wir in der Folge sagen werden, davon überzeugen, daß überhaupt alle Körper, die Zeichen von Magnetismus von sich geben, im Ganzen nur ihre natürliche Menge von Fluidum enthalten, das nur ungleich in den verschiedenen Theilen dieser Körper vertheilt ist.

Nimmt man dies an, so wäre die einzige Hypothese, die man machen könnte, die, wo der Ueberfluß an Fluidum von AC gerade dem Mangel an Fluidum von AB gleich wäre. Allein in diesem Falle wird eine Grundmasse D vom Fluidum durch den Körper A angezogen, so daß es in ihn zu dringen streben wird, während dem die Grundmasse E von ihm zurückgestossen wird. (§. 16).

Es sey der Körper A sich selbst überlassen, ohne daß ein anderer magnetischer Körper sich in seiner Nähe befinde. Dieser Körper wird wieder gleichförmig zu werden streben, so daß das im Theile AC enthaltene überflüssige Fluidum auf einmal durch die gegenseitige Zurück-

stossung der Grundmassen und durch die anziehende Kraft des Theils AB angetrieben wird, sich in diesem Theile zu verbreiten, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt seyn wird.

Was den Widerstand der Luft betrifft, die sich dem Bestreben der elektrischen Körper, in den natürlichen Zustand zurückzukehren, widersetzt, so kommt er in Ansehung der Magnete in gar keinen Betracht; weil das magnetische Fluidum durch die Luft und alle andere Körper ausser dem Eisen mit großer Leichtigkeit dringen kann.

Inzwischen beweißt die Erfahrung, daß die magnetische Eigenschaft sehr lange in den Körpern, die sie einmal erhalten haben, bleibt, und sogar noch weit länger, als die elektrische Eigenschaft sich in den Körpern, die am meisten geschickt sind, sie zu behalten, z. B. in den Leidener Flaschen, erhält.

Dieser Unterschied kann nur von der grossen Schwierigkeit herkommen, womit das magnetische Fluidum sich im Eisen bewegt.

§. 102.

Der aus dieser Schwierigkeit entstehende Widerstand kann als eine, dem Bestreben dieses Körpers, in seinen natürlichen Zustand zurück-

zukehren, entgegengesetzte Kraft angesehen werden, die dazu im Stande ist, diese beiden Kräfte eine Zeit lang ohne merkliche Veränderung im Gleichgewichte zu erhalten.

Hat der Körper dies Gleichgewicht erlangt, so sagt man von ihm, er befinde sich auf seinem Punkte oder auf seinem Grade der Sättigung. Es ist klar, daß, wenn man nun fortfährt, ihn zu magnetisiren, er sogleich seine ganze magnetische Kraft verlieren werde.

Der Grad der Sättigung wird um so höher seyn, das heißt, die magnetische Kraft, die der Körper zu erhalten fähig ist, wird um so beträchtlicher seyn, je größere Schwierigkeit das Fluidum antrifft, sich im Körper zu bewegen. Da sich nun das Fluidum weit leichter im weichen Eisen als im harten bewegt (§. 79.), so folgt daraus, daß der Grad der Sättigung im letztern immer größer ist als im ersteren.

Dieser Schluß stimmt mit der Beobachtung völlig überein, denn die Verfertiger der künstlichen Magnete wissen sehr wohl, daß das weiche Eisen leicht eine ansehnliche Kraft erhält, daß es dieselbe aber auch größtentheils eben so leicht wieder verliert; da hingegen das harte Eisen weit schwerer zu magnetisiren ist; aber auch weit länger einen stärkern Grad von Mag-

netismus unterhält, als das weiche Eisen; aus dieser Ursache zieht man es letzterm bei Verfertigung künstlicher Magnete vor.

§. 103.

Die gegenseitigen Wirkungen zweier Magnete sind dieselben, die bei zwei elektrisirten Körpern Statt finden. Nach dem bereits erwähnten aber (§. 80.) lassen sich die verschiedenen Fälle, bei denen diese Wirkungen sich äussern können, auf diejenigen zurückführen, wo die Körper an einem Theile positiv und am andern negativ elektrisirt sind, so daß das ganze Fluidum eines jeden dieser Körper der natürlichen Menge gleich ist.

Ehe wir indessen die Wirkungen in Ansehung dieses Punkts der Theorie untersuchen, müssen wir noch einiges von einem besondern Falle anführen, der zu den eben erwähnten gehört.

§. 104.

Man nähere einem Magnete C (Fig. 4.) eine eiserne im natürlichen Zustande befindliche Stange G, so wird sich diese Stange wie ein nicht elektrisirter Körper verhalten, den man einem elektrisirten nähert (§. 19.), das heißt, der

Magnet würde keine Wirkung auf das Eisen hervorbringen, wenn dieses in seinem natürlichen Zustande bliebe; aber es verläßt diesen bald durch die Wirkung, die der Magnet auf dasselbe äussert.

Es sey CB die positive und CD die negative Seite; so wird die Wirkung des Theils CB nothwendig größer seyn, als die des Theils CD (§. 16.), so daß CB, vermöge seiner starken zurückstossenden Kraft, einen gewissen Theil des in der Stange G enthaltenen Fluidums aus dem Ende F dieser Stange nach dem entgegengesetzten Ende stossen wird; hieraus folgt, daß die Stange selbst ein wirklicher Magnet werden wird, den wir als einen solchen betrachten können, dessen vorderer Theil FG sich im negativen, und der andere GH im positiven Zustande befindet.

Wenn hingegen von den Seiten CB, CD des Magnets die erste im negativen und die andere im positiven Zustande sich befänden; so ist es leicht einzusehen, daß die Stange C in entgegengesetzter Richtung würde magnetisirt werden, so daß GF ihr positiver und GH ihr negativer Pol würde.

§. 105.

Dies vorausgesetzt, wollen wir die beiden Körper C, G als zwei Magnete betrachten, deren Hälften sich in verschiedenen Zuständen von positivem und negativem Magnetismus befinden, und der größern Einfachheit wegen wollen wir annehmen, daß das Fluidum in jeder von diesen Hälften gleichförmig vertheilt sey.

Es seyen ferner CB, FG die positiven, und CD, GH die negativen Pole. Da die zurückstossende Kraft des Theils CB der anziehenden des Theils CD gleich ist, nach Abzug der Entfernungen (§. 16.), so ist klar, daß die erstere wegen einer geringern Entfernung stärker auf den Körper G wirkt; der Körper C wirkt also auf den Körper G, wie ein im positiven Zustande befindlicher Körper; er sucht daher den Theil FG zurückzustossen, und den Theil GH anzuziehen.

Da nun, bei gleichen Entfernungen, die Anziehung der Zurückstossung das Gleichgewicht halten würde, so wird, weil der Theil FG dem Körper C näher liegt als der Theil GH, die Zurückstossung die Oberhand behalten, und die beiden Körper werden sich von einander entfernen.

Durch einen ähnlichen Schluß läßt sich beweisen, daß in dem Falle, wo CB, FG negative und DC, GH positive Pole bedeuten, die beiden Magnete sich noch, wie im vorhergehenden Falle, zurückstossen werden. Dies zu beweisen, braucht man nur das Wort Anziehung an die Stelle von Zurückstossung zu sezzen, und so umgekehrt.

§. 106.

Es seyen endlich CB, GH die positiven, und DC, FG die negativen Pole.

Nach dem weiter oben gesagten wirkt der Körper C auf den Körper G, wie ein im natürlichen Zustande befindlicher Körper; er bemüht sich daher, den Theil FG anzuziehen, und den Theil GH zurückzustossen. Aber die Anziehung wirkt, wegen der geringern Entfernung, stärker auf den erstern, die beiden Körper werden sich also einander zu nähern suchen.

§. 107.

Es geschieht vielleicht niemals, daß das Fluidum in einem jeden der Theile eines Magnets gleichförmig vertheilt ist, und wir haben diese Gleichförmigkeit nur angenommen, um

die Erklärung der Erscheinungen zu vereinfachen.

Inzwischen mag das Fluidum in den Theilen CD, BC oder FG, GH vertheilt seyn, wie es will, so wird man immer den Zustand der beiden Körper auf die verschiedene in den vorhergehenden Paragraphen dargestellte Fälle zurückführen können, indem man hier das anwendet, was wir von zwei elektrischen Körpern gesagt haben (§. 18.), in denen das Fluidum nicht gleichförmig vertheilt ist.

§. 108.

Wir schliessen hieraus, daß, wenn zwei Magnete mit ihren positiven oder negativen Polen einander gegenüber liegen, sie sich gegenseitig zurückstossen werden, wenn der positive Pol des einen nach dem negativen Pol des andern gerichtet ist. Man drückt diese, allen Naturforschern bekannte, Thatsache kurz dadurch aus, daß man sagt, zwei Magnete stossen sich durch ihre gleichnamige Pole zurück, und ziehen sich durch ihre Pole von verschiedenen Namen an.

§. 109.

Wir müssen hier die sogenannten magnetischen Mittelpunkte erklären, deren wir uns in der Folge bedienen werden.

Hr. Aepinus nennt so die Trennungspunkte zwischen dem positiven und negativen Theil eines Magnets.

Der Strenge nach ist dies nicht so wohl ein Punkt, als vielmehr eine Fläche, die durch die ganze Dicke des Magnets geht. Aber es hindert uns nichts, die Benennung von Mittelpunkt beizubehalten, wenn man nur damit die Idee verbindet, die aus der so eben gegebenen Erklärung folgt.

§. 110.

Wir haben die Wirkungen gezeigt (§. 105 und folg.), die aus der gegenseitigen Einwirkung zweier Magnete, wovon jeder einen positiven und einen negativen Pol hat, entspringen. Es kann aber geschehen, daß diese Einwirkung selbst in der Art, wie das Fluidum in jedem der beiden Magnete vertheilt ist, verschiedene Veränderungen verursacht, besonders wenn eine äussere Ursache dazwischen kommt, um beide in den Fällen einander zu nähern, wo sie vermöge eines homogenen Magnetismus einander fliehen.

Wir haben gesehen (§. 53 und folg.), daß in Ansehung zweier elektrischen Körper die Wirkung einer solchen Ursache Erscheinungen veran

lassen könne, die nach der Analogie der natürlichen Wirkungen sich zu widersprechen scheinen, in der That aber vollkommen mit der Theorie übereinstimmen.

Der Magnetismus zeigt eine gleiche Sonderbarkeit in den Thatsachen, und einen gleichen Zusammenhang mit den Grundsätzen der Theorie in den Erklärungen dieser Thatsachen, jedoch immer mit Rücksicht auf die Modifikationen, die die Verschiedenheit der Körper unter einander in den Erscheinungen nothwendig verursacht. (§. 100).

§. 111.

Doch müssen wir noch, ehe wir weiter gehen, bemerken, daß es geschehen kann, und wirklich sehr oft geschieht, daß eine magnetische Stange verschiedene auf einander folgende Pole habe, so daß, wenn man sich dieselbe in so viele Theile getheilt vorstellt, als sie Pole hat, diese verschiedenen Theile sich abwechselnd bald im positiven, bald im negativen Zustande befinden.

Diese entgegengesetzten, auf einander folgenden Pole in einem und demselben Magnete sind von den Naturforschern Konsequente Punkte genannt worden. Wir werden bald

sehen, wie man eine eiserne Stange in diesen magnetischen Zustand versetzen kann.

§. 112.

Dies vorausgesetzt, sey zuerst ab (Fig. 20.) eine eiserne Stange im natürlichen Zustande, die sich in einer kleinen Entfernung vom Magnete B befindet, wovon BC der positive, BD der negative Pol ist.

Wir haben schon gesehen, daß in diesem Falle die Stange ab selbst ein Magnet wird, wovon ga der negative, und gb der positive Pol ist. Da nun die im ganzen Körper ab enthaltene Menge von Fluidum gleich ist der natürlichen Menge, so ist klar, daß die beiden Körper B, g einander anziehen werden, in welcher Entfernung sie sich auch von einander befinden (§. 106.)

Eben dies wird auch Statt finden, wenn man annimmt, daß BC der negative und BD der positive Pol des Magnets B sey.

§. 113.

Es ist inzwischen möglich, daß die Stange ab Konsequente Punkte (§. 111.) erhalte, während dem sie sich dem Magnete B nähert, besonders, wenn dieser eine starke magnetische

Kraft besitzt; denn, wenn man immer annimmt, daß von den Polen BC, BD der eine der positive, der andere der negative Pol sey, so ist klar, daß, je mehr sich die Stange ab dem Magnete B nähert, die wegen der geringern Entfernung vermehrte zurückstossende Kraft des Theils BC desto mehr einen neuen Theil von Fluidum aus dem Theile ag in den Theil gb zu stossen sucht, zu gleicher Zeit, da sie noch mehr Fluidum aus diesem letztern Theile heraustreibt.

Zwei Ursachen stören das Heraustreiben des Fluidums aus ag, nämlich die Schwierigkeit, die dieses Fluidum antrifft, sich im Eisen zu bewegen, und die Zurückstossung des im Theile bg angehäuften Fluidums.

Es kann also geschehen, daß es einen Punkt wie n gebe, wo der Widerstand dieser beiden Ursachen stärker wird, als die zurückstossende Kraft des Magnets B, und, ohne uns an diesen Ausdruck zu kehren, wird, wenn die beiden Magnete fortfahren, sich einander zu nähern, zum Beispiel das im Raume gn angehäufte Fluidum sich so stark darin vermehren können, daß seine Zurückstossung den benachbarten Theil no negativ macht, und alsdann wird der Magnet ab vier konsequente Punkte haben.

Aber in eben diesem Falle ist es auch unmöglich, daß die beiden Magnete sich zurückstossen, ihre Entfernung von einander seye auch, welche sie wolle.

Denn, wenn die Menge des Fluidums, die in gn gegangen ist, in ag geblieben wäre, so würde ihre Zurückstossung gegen das Fluidum von BC die beiden Körper nicht gehindert haben, sich in allen Entfernungen anzuziehen; sie werden sich noch stärker anziehen, wenn dieselbe Menge von Fluidum, indem sie in gn übergieng, wegen einer weitern Entfernung von ihrer Kraft verloren hat.

Dieselben Wirkungen werden in dem Falle Statt haben, wo der Pol BD positiv, und der Pol BC negativ ist; mit dem Unterschiede, daß die Anziehungen die Stelle der Zurückstossungen einnehmen werden, und so umgekehrt.

Ferner ist es sehr klar, daß, wenn in dem Augenblick, wo die beiden Magnete sich einander nähern, eine äussere Ursache wirkte, um sie von einander zu entfernen, und man überliesse sie nun ihrer gegenseitigen Einwirkung, sie sich von neuem anziehen würden, weil sich beständig ihre vordern Theile in entgegengesetzten Zuständen von positivem und negativem Magnetismus befinden würden.

Wir schliessen hieraus, daß zwei Magnete, die mit ihren ungleichnamigen Polen einander gegenüber liegen, sich wechselsweise in allen Entfernungen anziehen, welche Veränderung auch ihre gegenseitige Einwirkung oder die Wirkung einer äussern Ursache in ihrem Zustande hervorbringen mag.

§. 114.

Wir kommen nun auf den Fall, wo zwei Magnete AD, EH (Fig. 21.) mit ihren gleichnamigen Polen einander gegenüber liegen.

Es seyen AC, EG die positiven und CD, GH die negativen Pole; jeder von den beiden Magneten stößt das Fluidum des andern zurück, so daß ein Theil des Fluidums aus den vordern Theilen nach dem entgegengesetzten Ende getrieben wird. Jeder dieser Theile AE, EG sey wieder in zwei andere Theile AB, BC und EF, FG getheilt. Es sey ferner eine gewisse Menge von Fluidum aus AB in BC, und eine andere Menge von Fluidum aus EF in GF getreten.

Je nachdem diese Mengen mehr oder weniger beträchtlich sind, kann es geschehen, daß entweder die beiden Magnete fortfahren, sich zurückzustossen, oder sich gegenseitig anziehen, oder gar keine Wirkung auf einander äussern.

Denn

1) So lange die aus AB oder aus EF getriebenen Massen von Fluidum so beschaffen sind, daß diese letzten Theile im positiven Zustande bleiben, oder wenigstens ihre natürliche Menge von Fluidum behalten; so ist es klar, daß die beiden Körper sich immer im Falle zweier Magnete befinden, von denen jeder nur zwei Pole hat, und deren positive Seiten einander gegenüber liegen. Wir haben gesehen (§. 105.), daß in diesem Falle die beiden Magnete sich in allen Entfernungen zurückstossen müssen.

2) Wenn die beiden aus AB und EF gegangenen Mengen von Fluidum sich so vermehren, daß sie diese Theile, oder wenigstens einen von ihnen in den negativen Zustand versetzen, so wird es geschehen können, daß die beiden Magnete sich gegenseitig in einer gewissen Entfernung anziehen. Es sey der Theil EF beständig im positiven Zustande, der Theil AB sey negativ geworden; in diesem Falle wird der

Körper AD drei konsequente Punkte haben.

Der Magnet EH, der in allen Entfernungen als ein positiver wirkt, sucht die Theile AB, CD des Magnets AD anzuziehen, und den Theil BC zurückzustossen.

Es kann sehr leicht geschehen, daß der Ueberfluß von Fluidum, der in den Theil BC gedrungen ist, nicht hinreicht, um die Wirkung der Anziehung, die der Körper EH auf die Theile AB, ED äussert, im Gleichgewicht zu halten.

Um dies besser einzusehen, wollen wir einen Augenblick den Theil ED verlassen, und annehmen, daß das in AC geflossene Fluidum die natürliche Menge nicht übersteige.

Wir haben gesehen (§. 106.), daß in diesem Falle beide Magnete sich gegenseitig anziehen werden. Man vermehre nun das Fluidum von BC mit einer gewissen, jedoch geringern, Menge, als dazu erforderlich ist, diesen Ueberfluß von Fluidum mit dem Unterschiede der Wirkungen des Körpers EH auf die Theile AB, BC wegen der Entfernungen auszugleichen. Es ist klar, daß die beiden Magnete sich noch gegenseitig anziehen werden.

Man wende sich nun wieder zum Theil CD und stelle sich vor, daß die Menge, womit wir eben das Fluidum von BC vermehrt haben, genau der gleich sey, die dem natürlichen Fluidum von CD fehlt; in diesem Falle wird der Körper AD im Ganzen nur seine natürliche Menge von Fluidum haben.

Die gegenseitige anziehende Kraft wird also vermehrt werden, weil CD sich im negativen Zustande befindet. Es ist daher sehr leicht möglich, daß in einer gewissen Entfernung die gegenseitige Zurückstossung der beiden Magnete sich in Anziehung verwandelt.

3) Man wird auch einsehen, daß das Verhältniß der in den verschiedenen Theilen des Körpers AD enthaltenen Mengen von Fluidum so beschaffen seyn kann, daß die größere Menge des Fluidums von BC genau die weitere Entfernung dieses Theils vom Körper EH, als die von AB, und zugleich die anziehende Kraft von EH ausgleichet, und in diesem Falle werden diese beiden Magnete, da ihre wechselseitigen Wirkungen einander das Gleichgewicht halten, unbeweglich bleiben.

Alles vorhergehende läßt sich auf den Fall anwenden, wo zwei Magnete ihre negativen Pole gegen einander gekehrt haben; da alsdann eine gewisse Menge von beider Fluidum nach den gegenüber liegenden Enden getrieben wird, so sieht man ein, daß das eine dieser Enden den positiven Zustand in einem solchen Grade erhalten kann, daß die beiden Magnete sich zurückstossen, oder aufhören, eine Wirkung auf einander zu äussern, und auf einmal in einer gewissen Entfernung still stehen.

III. Anwendung der vorhergehenden Grundsätze auf verschiedene Erscheinungen des Magnetismus.

§. 115.

Wenn die Wirkungen des Magnetismus überhaupt weniger auffallend und weniger wunderbar, als die des elektrischen Fluidums sind, so haben sie doch keinen geringern Reiz für den Naturforscher, der sie mit Aufmerksamkeit betrachtet, und die scheinbare Ungleichheit, die man oft an ihnen bemerkt, wenn man sie mit einander vergleicht, zu untersuchen strebt. Das Interesse, das sie bei uns erwecken, wächst, wenn wir dann mit Vergnügen wahrnehmen, mit welcher Leichtigkeit sie mit einander verbunden sind, und durch die scharfsinnige Theorie, deren Grundsätze wir in den beiden vorhergehenden bschnitten entwickelt haben, von einander abhängen.

§. 116.

Die Erfahrung zeigt, daß, bei übrigens gleichen Umständen, ein Magnet desto stärker ist, je länger er ist, so daß er, wenn man ihn der Länge nach verkleinert, weit mehr geschwächt wird, als wenn man eine gleiche Menge von Materie der Dicke nach wegnimmt.

Diese, mit Hülfe der Theorien, die eine wirkliche Atmosphäre um den Magnet annehmen, schwer zu erklärende Erscheinung, ist eine nothwendige Folge von dem weiter oben Gesagten, denn die Wirkung des Magnets auf das Eisen muß nothwendig nach dem Verhältniß zunehmen, wie die anziehende Kraft des benachbarten Pols die entgegengesetzte Kraft des andern Pols übertrifft.

Da nun dieses Uebermaas mit der Länge des Magnets wächst, weil in dem Falle, wo dieser länger ist, die Wirkung des entferntesten Pols, die sich alsdann in einer größern Entfernung äussert, weniger der Wirkung des Pols schadet, der dem Eisen gegenüber liegt *); so

*) Dieser Schluß ist um so richtiger, da die Punkte, in denen die Kraft der Pole koncentrirt gedacht wird, sehr nahe an den beiden Enden des Magnets liegen, wie in der Folge gezeigt wird.

zeigt dies, warum überhaupt die künstlichen Magnete stärker sind, als die natürlichen unbewaffneten Magnete, die gewöhnlich viel weniger Länge haben, als die künstlichen.

§. 117.

Wir nehmen an, es seyen zwei sehr dünne künstliche Magnete von gleicher Form, und, so weit es möglich ist, von gleicher Stärke. Einen von diesen CD (Fig. 22.) setze man auf einen Tisch AB, so daß sein Ende C, welches ich für den positiven Pol annehme, ein wenig über den Rand des Tisches hinausgehe. An diesem Ende hänge man einen eisernen Körper F von einer solchen Schwere, daß der Magnet CD fähig ist, einen noch weit schwerern zu tragen. Hierauf lege man den zweiten Magnet auf den ersten, so daß d der negative Pol sey; sogleich wird das Gewicht F sich los machen, und der Magnet CD wird nicht mehr im Stande seyn, einen leichten Körper zu tragen.

Denn auf der einen Seite treibt die zurückstossende Kraft des Pols C einen Theil des im Körper F enthaltenen Fluidums aus g in h, und hierdurch erlangt der Magnet CD gegen den Körper F eine anziehende Kraft.

Aber auf der andern Seite zerstört die entgegengesetzte Wirkung des Pols d, die wegen der geringen Dicke des Magnets cd in derselben Entfernung merklich wirkt, die durch den Magnet CD hervorgebrachte Wirkung; hieraus folgt, daß die Summe der Wirkungen dieser beiden Magnete auf den Körper F sich auf Null reducirt.

Es ist inzwischen klar, daß ein jeder der beiden Pole c, d, wenn er allein wirkte, fähig seyn würde, den Körper F zu tragen. Durch die Theorie verschwindet das scheinbar wunderbare dieses Phänomens, das eine Art von Widerspruch zeigt, indem man zwei Kräfte wahrnimmt, wovon jede, einzeln genommen, fähig ist, eine gewisse Wirkung hervorzubringen, die aber durch Vereinigung mit einander = Null werden.

§. 118.

Hr. von Reaumür hat zuerst bemerkt, daß ein Magnet leichter ein auf einem Ambos liegendes Stück Eisen aufheben könne, als wenn sich dies Eisen auf einem andern Körper von verschiedener Natur befände.

Diese Thatsache zu erklären, sey zuerst F (Fig. 22.) ein im positiven Pol C eines Mag-

nets CD aufgehängtes Gewicht, welches das stärkste sey, das er zu tragen im Stande ist.

Hält man nun unter dem Körper F, und in der Entfernung von einem oder zwei Zolle, einen zweiten Magnet GH, wovon G der negative Pol sey, so wird die Wirkung dieses Pols eine neue Menge von Fluidum nach dem Ende h des Körpers F treiben. Der Theil Fg wird also leerer werden, als wenn der Magnet allein auf den Körper F wirkte; hieraus folgt, daß, wenn man an die Stelle des Körpers F einen andern schwerern Körper setzte, der Magnet CD im Stande seyn könnte, ihn zu halten, so lange man den Körper GH nicht wegnimmt.

Bedient man sich, anstatt dieses Magnets, einer Stange aus weichem Eisen von beträchtlicher Schwere, und im natürlichen Zustande, so wird die Nähe des positiven Pols C des Magnets CD, und die des positiven Pols h des Körpers F, der selbst ein Magnet geworden ist (§. 104.) einen gewissen Grad von Magnetismus in der an die Stelle des Magnets GH gesetzten Stange von weichem Eisen hervorbringen, so daß, da der nach dem Pol h gerichtete Pol dieser Stange negativ ist, er dieselbe Verrichtung, wie der Pol G des Magnets GH hat

ben wird. Da nun im angeführten Versuche der Ambos gewissermassen diesen Magnet vorstellt, so wird das Resultat nach Verhältniß dasselbe seyn.

§. 119.

Eine andere Erscheinung, die viele Naturforscher, die über den Magnet geschrieben haben, in Verwunderung gesetzt hat, ist folgende:

Wenn man verschiedene Stangen von nicht magnetisirtem Eisen von gleicher Länge aber ungleicher Dicke nach einander einen der Pole eines starken Magnets berühren läßt, so wächst die anziehende Kraft des Magnets gegen diese Stange nach Verhältniß der Dicke der Stange, aber nur bis auf eine gewisse Grenze; so daß über diese Grenze hinaus die Anziehung nicht mehr zunehmen wird, wenn auch die Dicke der Stange wächst. Die hier dargestellte Theorie giebt uns von dieser Erscheinung eine sehr genugthuende Erklärung. *)

*) Bgr. Hauy behandelt hier den Einfluß, den die Größe der Magnete auf die magnetische Kraft äussert, zu oberflächlich. Dies veranlaßte Hrn. Prevost, diesen interessanten Punkt in seinem trefflichem Werke: Vom Ursprunge der magneti=

Es sey nun DEFG (Fig. 23) eine Stange von sehr dünnem weichen Eisen im natürlichen

---

schen Kräfte (Uebersetzt von Bourguet S. 147.) näher zu untersuchen. Schon Dan. Bernoulli versuchte durch Versuche das Verhältniß der Anziehung zweier, in der Gestalt und in Ansehung der Kraft gleicher, in Ansehung der Masse aber ungleicher Magnete auf das an ihre Oberfläche gebrachte Eisen zu bestimmen. Er bediente sich zu diesen Versuchen, die er im Journal helvétique Nov. 1758. mittheilt, künstlicher Magnete, in der Gestalt eines Hufeisens, welche alle von demselben Künstler, aus demselben Eisen, und mit Beobachtung derselben Vorsichtigkeitsregeln verfertigt waren. Ein Magnet von 1 Loth trug 2 Pfund 7 Loth, ein Magnet von 11 Loth trug 11 Pfund, ein Magnet von 2¼ Pfund trug 44 Pfund, ein Magnet von 10 Pfund trug 104 Pfund 12 Loth.

Aus diesen angestellten Versuchen schloß Bernoulli, die Anziehungen dieser Magnete verhielten sich, wie die Quadrate ihrer gleichliegenden Flächen, oder die Kubikwurzeln der Quadrate ihrer Gewichte.

Dies Verhältniß nahm er noch im Jahre 1775 an, wie man aus seinem Briefe an Hrn. J. Trembley sieht, der in den Voyages dans les Alpes 1. Theil S. 83. eingerückt ist.

Da hingegen Hr. Prevost mit Hrn. Aepinus und Hauy den Grundsatz annimmt, daß die magnetischen Anziehungen das umgekehrte Gesetz des Quadrats der Entfernungen befolgen, so glaubt er, daß das vom Hrn. Dan. Bernoulli entdeckte Gesetz auf eine andere Art erklärt werden könne.

Zustande. Stellt man diese Stange in Ansehung eines starken Magnets so, wie es die Figur vorstellt, so wird die Wirkung des Pols BC, den ich hier für den positiven Pol annehme, einen Theil des in der Stange DEFG enthaltenen Fluidums aus dem Ende DE nach dem Ende GF treiben (§. 104).

Vermöge dieser Wirkung befinde sich der magnetische Mittelpunkt (§. 109) von DEFG auf der Linie kt. Stellt man nun neben diese Stange eine andere ähnliche EHJF, und hält sie zuerst in einer kleinen Entfernung davon, so wird die Kraft des Pols B auf diese Stange wie auf die erste wirken, so daß, wenn die Stange EHJF allein da wäre, der magnetische Mittelpunkt zum Beispiel in g seyn würde. Da nun der Theil EtyH sich im negativen Zustande befindet, so sucht er vermöge seiner Wirkung auf das Fluidum von DEFG einige der Grundmassen, die durch die Wirkung des Pols B herausgetrieben worden waren, in den Theil DktE zu treiben.

Es sey m eine auf der Höhe des magnetischen Mittelpunkts liegende Grundmasse: a sey der Punkt, worin man sich die anziehende Kraft des Theils EtyH vereinigt vorstellen kann. Diese nach der in Ansehung der Seite EF schie-

fen Richtung sich äussernde Kraft zerfällt in zwei andere Kräfte, wovon die eine nach der auf EF senkrecht stehenden Linie ac, und die andere nach der eben dieser Seite parallelen Linie mc wirkt.

Da nun die Dicke der Stange DEFG sehr gering ist, so kann die Kraft ac wie = Null betrachtet werden; hieraus folgt, daß die Kraft nach mc allein wirkt, um die Grundmasse m in der Richtung mS anzuziehen.

Vermöge dieser Anziehung werde die Grundmasse nach n getrieben; sogleich wird die Stange DEFG durch den Magnet C weniger angezogen werden, als es ohne die Gegenwart der Stange EHJF geschehen wäre. Da aber die Stange DEFG eine gleiche Wirkung auf die andere hervorbringt, so wird auch der magnetische Mittelpunkt in dem zwischen ty und HE liegenden Punkte r sich befinden.

Hält man nun die beiden Stangen unmittelbar gegen einander, wie es die Figur zeigt, so ist klar, daß die Wirkung des Magnets C auf diese beiden Stangen zusammengenommen nicht nach dem Verhältniß der Materie, welche doppelt ist, vermehrt werden wird. Auch ist es klar, daß bei übrigens gleichen Umständen die beiden magnetischen Mittelpunkte sich in glei-

cher Entfernung von der Linie DH befinden werden.

Man lege auf der andern Seite der Stange DEFG eine dritte ähnliche Stange DKLG. Die Kraft dieser Stange wird wirken, um auch die magnetischen Mittelpunkte der beiden andern Stangen der Linie DH zu nähern, und diese letztern werden eine gleiche Wirkung auf die Stange DKLG haben; aber die Summe der Entfernungen der beiden Stangen EHJF, DKLG ist in Ansehung der Stange DEFG augenscheinlich geringer, als die Summe der Entfernungen beider Stangen in Ansehung einer von den beiden Stangen EHJF, DKLG; hieraus folgt, daß der magnetische Mittelpunkt der mittlern Stange DEFG sich der Linie KH näher, als einer von den beiden benachbarten Stangen befinden wird. Nimmt man nun an, daß man neue Stangen KUTL, HMPJ ꝛc. zu einer jeden der beiden erstern füge, so wird diese Hinzufügung folgende zwei Wirkungen hervorbringen.

1) Der magnetische Mittelpunkt wird um so weiter von der Linie RN entfernt seyn, als die Stangen von der in der Mitte befindlichen entfernt sind; so daß alle diese Mittelpunkte auf zwei krumme Linien kommen werden, die, während dem sie sich von der Linie RN entfernen,

vom magnetischen Mittelpunkte n der Stange DEFG ausgehen werden (Fig. 23).

2) Je mehr Stangen man hinzufügt, desto mehr werden sich die krummen Linien der Linie RN nähern, so daß, wenn man eine gewisse Anzahl von Stangen annimmt, und die Grenzen des Raums, das im negativen Zustande sich befindet, durch edzh (Fig. 24.) vorstellt, die Grenzen bei einer größern Anzahl von Stangen durch quxf vorgestellt werden.

Aber auf der andern Seite wirkt der Pol B des Magnets C (Fig. 23.) stärker auf die gegen die Mitte zu liegenden Stangen, theils, weil die Wirkung des Magnets C auf diese Stangen gerader ist, theils, weil sie in einer geringern Entfernung sich äussert.

Hieraus folgt, daß die krummen Linien mu, mx mit ihren Enden u, x näher bei der Linie RN liegen, als wir eben angenommen haben, so daß diese krummen Linien eine Lage, wie mg. mp erhalten werden.

Da sich nun eben diese krummen Linien fortwährend der Linie RN nähern, je nachdem man neue Stangen hinzufügt, so sieht man ein, daß es eine Grenze geben wird, wo die aus dieser Bewegung der krummen Linien für die anziehende Kraft des Magnets C entstehende

Verminderung den durch die Hinzufügung der neuen Stangen entstandenen Zuwachs ausgleichen wird, und vermehrt man die Dicke der Stangen über diese Grenze hinaus, so wird die Anziehung zu wachsen aufhören.

Dasselbe wir nach Verhältniß geschehen, wenn man die Stangen RNOX den Pol B des Magnets C berühren läßt, dies erklärt die sonderbare Erscheinung, wovon wir geredet haben.

§. 120.

Wir haben gesehen (§. 114.), daß, wenn zwei Magnete mit ihren gleichnamigen Polen einander gegenüber liegen, ihre gegenseitige Wirkung den Zustand eines von beiden so verändern kann, daß in einer gewissen Entfernung die Anziehung entweder aufhört, oder sich in Zurückstossung verwandelt. Dies Resultat, das vielen Naturforschern sonderbar schien, kann durch folgenden Versuch bestätigt werden.

Es sey AB (Fig. 25.) ein starker Magnet, dessen Nordpol in A, der Südpol in B liegt. Nähert man diesem Magnete eine magnetisirte Nadel CD, wovon D der Süd- und C der Nordpol sey, so wird diese Nadel eine solche Richtung annehmen, wie es die Figur vorstellt. Läßt man hierauf die Nadel sich sanft auf ih-

rem Mittelpunkte drehen, durch welches Mittel dies auch geschehe, so daß sie sich nur sehr wenig von ihrer vorigen Richtung entferne, und zum Beispiel die Lage cd annehme, und man überläßt sie hierauf sich selbst, so wird sie die Lage CD wieder erhalten.

Nähert man fortdaurend den Pol c dem Punkte A, und giebt zum Beispiel der Nadel die Lage c'd', in welchem Falle sich die beiden gleichnamigen Pole sich gegen einander neigen werden, so wird es geschehen können, daß c' durch A zurückgestossen werde.

Endlich giebt es aber einen Punkt, wo die zurückstossende Kraft von A, welchen ich hier für den positiven Pol annehme, das im Pole c' enthaltene Fluidum so heraustreibt, daß dieser Pol negativ wird; und alsdann wird die Zurückstossung sich in Anziehung verwandeln, und die Nadel wird eine der vorigen diametrisch entgegengesetzte Lage annehmen, so daß der Pol D sich an der Stelle des Pols C befinden wird, und so umgekehrt.

§. 121.

Es seyen A, B (Fig. 26) zwei Magnete, deren positive Pole in C und F, die negativen in D und E sich befinden. Nach dem bereits

gesagten (§. 106.) werden die beiden Magnete sich in allen Entfernungen gegenseitig anziehen. Man denke sich nun an die Stelle des Magnets B einen andern Magnet b von gleicher Größe und Form, dessen Magnetismus aber merklich schwächer sey, so ist die Frage, ob es möglich sey, daß die beiden Magnete A, b sich stärker anziehen werden, als die beiden Magnete A, B.

Obgleich die Antwort dem Scheine nach negativ seyn müßte, so kann es doch geschehen, daß die Anziehung zwischen den beiden Magneten A, b die Oberhand behalte.

Gesetzt, das magnetische Fluidum bewege sich mit mehr Leichtigkeit in den Poren des Magnets b, als in denen des Magnets B, so wird es geschehen können, daß, vermöge der Zurückstossung von CA auf das Fluidum von be, dieser letztere Theil mehr ausgeleert werde, als es der korrespondirende Theil BE des Magnets B wurde. Nun hängt die gegenseitige zurückstossende Kraft der beiden Magnete größtentheils vom Unterschiede des Zustandes ihrer benachbarten Pole ab. Es kann also dieser Unterschied so wachsen, daß er das Uebergewicht des Körpers B über den Magnet b weit übertrifft, und alsdann wird die Anziehung zwi-

schen den Magneten A, b über die zwischen den Magneten A, B das Uebergewicht erhalten.

Wenn sich gleich der Körper b, ehe er sich dem A genähert hat, im natürlichen Zustande befände, so würde doch die Leichtigkeit, womit das Fluidum in seine Poren dringen würde, so stark seyn, daß, vermöge der im Theile ba durch die zurückstossende Kraft des Pols C bewirkten Ausleerung, dieselbe Ausgleichung Statt hätte; so daß man mit Recht sagen kann, daß es einen Fall gebe, wo ein magnetisirter und nicht magnetisirter Körper sich stärker anziehen würden, als der erste dieser Körper und ein anderer gleichfalls magnetisirter.

§. 122.

Wenn wir sagen, daß das magnetische Fluidum in gewisse Körper mit mehr Leichtigkeit als in andere dringe, so sieht man ein, daß hier nur von einer relativen Leichtigkeit die Rede ist, weil überhaupt das Eisen, wie wir schon öfters bemerkt haben, der Bewegung dieses Fluidums durch seine Pole einen beträchtlichen Widerstand leistet.

Hieraus folgt, daß es unmöglich seyn würde, einen magnetischen Körper A (Fig. 27.) durch ein gleiches Verfahren, wie bei der Lei-

dener Flasche zu entladen; indem man natürlich die beiden Enden eines gekrümmten eisernen Draths GF auf die äussersten Flächen CN, DL des Magnets legt.

Denn CN sey der positive, DL der negative Pol, so treibt die zurückstossende Kraft von CN das Fluidum des eisernen Draths von G nach F, so daß dieses einen Theil des in hF enthaltenen Fluidums in das Innere des Magnets zu treiben suchen wird.

Aber die Schwierigkeit, womit sich das magnetische Fluidum im Eisen und besonders im harten Eisen, das man für die Materie des Magnets angenommen hat, bewegt, widersetzt sich dem Uebergange dieses Fluidums von dem einen Pol zum andern; so daß die Menge von Grundmassen, die in solchen Fällen bei ihrem Durchgange durch das Eisen aus dem positiven in den negativen Zustand treten, = o angenommen wird.

IV. Von der Mittheilung des Magnetismus.

§. 123.

Es giebt überhaupt nur eine Art, die magnetische Eigenschaft dem Eisen mitzutheilen, die darin besteht, daß man dieses Metall in den Wirkungskreis eines magnetisirten Körpers bringt. Die Erscheinungen des Magnetismus sind auch in dieser Hinsicht in engern Grenzen eingeschränkt, als die der Elektricität, weil gewisse Körper durch das Reiben elektrisch und es zwar alle mehr oder weniger durch Mittheilung werden.

Man hat zwar bemerkt, daß verschiedene eiserne Werkzeuge, zum Beispiel die Feilen, einen gewissen Grad von Magnetismus durch den Gebrauch erhalten, den die Handwerker bei ihren Arbeiten davon machen. Heftigen Stößen ausgesetzte Körper, zum Beispiel die Zangen,

sind auch oft im Stande, durch ihre Enden Eisenfeile anzuziehen.

Aber in diesen Fällen sind das Reiben, oder die Stösse nur Hülfsmittel, um die Poren des Eisens zu öffnen, und, während dem sie so die Bewegung des Fluidums in diesem Metall erleichtern, machen sie es für die Wirkung empfänglicher, die der Magnetismus der Erdkugel, wie wir in der Folge sehen werden, auf alle Körper in der Natur äussert, wo das Eisen im metallischen Zustande sich befindet.

Eben so verhält es sich mit der Wirkung des Feuers, das, indem es das Eisen ausdehnt, das magnetische Fluidum in den Poren dieses Metalls sich leichter bewegen läßt.

§. 124.

Wir haben in den vorhergehenden Abschnitten von verschiedenen Fällen geredet, wo die Annäherung eines Magnets dem Eisen die magnetische Kraft mittheilte. Aber die Verfahrungsarten, die man erdacht hat, um diese Mittheilung auf den möglich höchsten Grad zu bringen, erfordert, daß wir über diesen Gegenstand in ein näheres Detail gehen.

Wir betrachten zuerst die Wirkungen, die aus dem Einflusse eines Magnets E (Fig. 28.)

entstehen, dem man eine im natürlichen Zustande befindliche eiserne Stange B nähert. Der Pol A des Magnets, dem das Ende C der eisernen Stange gegenüber liegt, sey welcher er wolle, so wird dieses Ende (§. 104.) immer eine der des Pols A entgegengesetzte Kraft bekommen.

Gesetzt, es wäre der positive Pol, so wird seine Wirkung einen Theil der nahe beim Ende C liegenden Grundmassen aus C nach D treiben. Auf der einen Seite ist die Anzahl der vertriebenen Grundmassen um so größer, je näher der Theil, den sie verlassen haben, beim Pol A liegt. Aber auf der andern Seite vermindert sich die Bewegung des Fluidums nach den entferntesten Theilen der Stange durch die Schwierigkeit, die es antrifft, in das Eisen zu dringen, um so mehr, je mehr es sich anhäuft.

Es wird also einen Punkt geben, wo es sich so angehäuft hat, daß der daraus entstandene Widerstand zugleich mit der Wirkung des Pols A und der gegenseitigen zurückstoßenden Kraft der Grundmassen das Gleichgewicht halten wird; und der Zustand der Stange wird so beschaffen seyn, daß, da die nahe bei ihrem Ende C liegenden Theile am meisten ausgeleert

sind, die Menge des Fluidums, sich immer vermehrend, in einem gegebenen Raume nach D gehen wird; so daß in einer gewissen Grenze, zum Beispiel in g, die Stange sich im natürlichen Zustande befinden wird; über diesem Punkt hinaus wird das Fluidum fortfahren, bis an die Grenze der größten Anhäufung, welche ich in n annehme, zuzunehmen. Endlich wird das Fluidum über n hinaus bis an das Ende D sich fortschreitend vermindern; doch so, daß es immer über der natürlichen Menge bleibt, wenn man annimmt, daß die Stange B zwei Pole habe.

§. 125.

Hat aber diese Stange eine gewisse Länge so wird sie in dem Augenblicke, wo das aus dem Ende C getretene Fluidum (Fig. 29.) den Punkt seiner größten Anhäufung, den ich in B annehme, erreicht haben wird, von neuem das entferntere Fluidum nach dem Ende D zurückstossen; so daß, wenn man zum Beispiel annimmt, daß sich im Theile BF zu viel Fluidum befinde, es geschehen kann, daß im folgenden Theile FG daran Mangel ist.

In diesem letztern Falle wird das Fluidum von GK selbst eine zurückstossende Kraft auf das

Fluidum des nahe liegenden Theils KH äussern, der in den negativen Zustand treten wird, und so ferner; so daß die Stange konsequente Punkte haben wird, deren Kraft aber um so geringer seyn wird, je mehr sie sich vom Ende C entfernen, und deren Anzahl von der Länge der Stange CD abhängt.

§. 126.

Bisher haben wir nur angenommen, daß das Eisen, nachdem es durch Mittheilung die magnetische Kraft bekommen hat, wenigstens zwei Pole, einen positiven und einen negativen habe. Man könnte aber fragen, ob man nicht auch ein Mittel besitze, einen Magnet zu erhalten, der nur eine Art von Magnetismus hat, und der zugleich von beiden Seiten denselben Pol eines andern Magnets anzieht oder zurückstößt, wie man ganz positiv und ganz negativ elektrisirte Körper hat.

§. 127.

Hr. Aepinus versuchte es, eine Stange in diesen Zustand zu versetzen durch ein Verfahren, das beim ersten Anblick ihm gelingen zu müssen schien.

Es besteht darin, daß er einen künstlichen Magnet mit zwei Polen in zwei Stücke theilte,

so daß die Trennungslinie genau dem magnetischen Mittelpunkte korrespondirte. Man hätte glauben sollen, daß alsdann eine von den beiden Theilen sich ganz im positiven, die andere ganz im negativen Zustande befinden müßte.

Hr. Aepinus nahm eine Quadratstange von sehr hartem Eisen, die zwei Linien dick, und zehn und $\frac{3}{10}$ Zoll lang war; es sey AB (Fig. 30.) diese Stange. Der Erfinder unserer Theorie theilte sie in zwei Theile, wovon der längste ab 5 Zoll $\frac{9}{10}$ und der kürzeste ab 4 Zoll $\frac{4}{10}$ lang war, und legte diese beiden Theile auf ein Brett, so daß sie genau an einander paßten.

Hatte er sie stark magnetisirt, als wenn sie nur eine Stange bildeten, so bemerkte er, daß diese Stange nur zwei Pole hatte, wovon der nördliche md und der südliche am war; der magnetische Mittelpunkt befand sich im Theile ab beim Punkte m, der vom Punkte a um 5 Zoll $\frac{2}{10}$ entfernt war, so daß er beinahe in der Mitte der Stange lag.

Hr. Aepinus trennte hierauf die beiden Theile ab, bd von der Stange, und bemerkte, daß bd, welches vorher nur eine Art von Magnetismus hatte, zwei verschiedene Pole zeigte, wovon d der nördliche, und b der südliche war;

der magnetische Mittelpunkt befand sich um $\frac{4}{10}$ Zoll näher bei b als bei d.

Eben so hatte am zwei Pole, nämlich den nördlichen bei b und den südlichen bei a. Der magnetische Mittelpunkt war nur einen Zoll $\frac{12}{20}$ näher bei m als bei a.

Hr. Aepinus suchte diese schnelle Rückkehr eines jeden Theils der Stange zum Zustand der gewöhnlichen Magnete, die zwei Pole haben, nach den Grundsätzen seiner Theorie zu erklären. Man muß aber gestehen, daß seine Erklärung nicht genugthuend ist.

Denn es wäre in diesem Falle nothwendig, daß ein Theil des in bd enthaltenen Fluidums in die benachbarte Luft gestossen würde, und daß neues Fluidum aus dieser Luft in den Theil ab dringe. Aus diesen beiden Thatsachen scheint aber eine Ungereimtheit in der Theorie zu entstehen, nach der sich der ganze Mechanismus der magnetischen Kräfte auf eine bloße Versetzung des Fluidums im Innern der Körper selbst, die dasselbe anzuziehen vermögen, zurückführen läßt.

§. 128.

Man kann übrigens in der Theorie des Hrn. Aepinus zwei Theile betrachten, der

eine betrifft die gegenseitigen Wirkungen der Körper nach den vier Kräften, die zu Grundstoffen bei Hervorbringung der Erscheinungen dienen, und man kann nicht leugnen, daß die glücklichen und mechanischen Erklärungen, zu denen die Annahme dieser verschiedenen Kräfte führt, ihr Daseyn sehr wahrscheinlich machen, wie auch übrigens ihr Ursprung seyn mag.

Der Gegenstand des zweiten Theils betrifft die Bestimmung der Natur der Wirkungsmittel, von welchen die angeführten Kräfte herrühren, so wie auch des Zustandes dieser Wirkungsmittel im Innern der Körper, und dieser Theil ist, nach dem in der Einleitung gesagten, noch Verbesserungen fähig. Die Schwierigkeit, worauf es hier ankommt, fällt also nur auf diesen zweiten Theil, und man hat Ursache zu hoffen, daß die Untersuchungen der Naturforscher dasjenige, was der Theorie von dieser Seite noch fehlt, ergänzen, und sie so mit sich selbst und mit den Beobachtungen ausgleichen werden. *)

---

*) Diese Aeusserung Hauy's veranlaßte hauptsächlich Herrn Prevost nach seinem eigenen Geständniß zur Bearbeitung des schon öfters erwähnten und im Jahre 1788. in 8 erschienenen Werks: Sur l'origine des forces magnétiques. S. d. deutsche Uebersetzung von Bourguet. Mit ei-

Wir wollen nun noch verschiedene andere Resultate betrachten, die eben so viele natürliche Folgerungen aus den eben dargestellten Grundsätzen sind.

Der Widerstand, den das Eisen der innern Bewegung des magnetischen Fluidums leistet, ist so stark, daß er eine Zeitlang im Stande ist, die Wirkung der Kräfte, die einen Magnet in den natürlichen Zustand zu versetzen suchen, ins Gleichgewicht zu bringen, so daß dieses eine gewisse Zeit hindurch ohne merkliche Veränderung bleiben wird. Den Grad, worauf dieses Gleichgewicht Statt hat, nennen wir nach Hrn. Aepinus (§. 102.) den Grad der Sättigung eines Magnets, und man sieht ein, daß er sich nach der verschiedenen Härte der Magnete verändern muß.

Wenn man, dies vorausgesetzt, dem Magnete A (Fig. 31.) eine eiserne Stange B im

---

ner Vorrede von Gren Halle 1794. Vorrede d. Verf. S. XII Hr. Prevost füllte durch diese Untersuchung des Ursprungs der magnetischen Kräfte, dem geäusserten Wunsche Hauy's gemäß, eine sehr beträchtliche Lücke in unserer Theorie aus. Seine Hypothese stimmt mit der unsrigen beinah völlig überein, nur in Ansehung des Magnetismus der Erdkugel ist er anderer Meinung.

natürlichen Zustande nähert, so können sich drei verschiedene Fälle ereignen; es ertheilt nämlich die anziehende oder zurückstossende Kraft des Magnets A auf die Stange B dieser letztern einen höhern, gleichen oder geringern Grad als den der Sättigung, und je nachdem einer dieser drei Fälle Statt findet, wird die Stange B, sobald man sie vom Magnete A entfernt hat, in kurzer Zeit entweder eine gewisse Menge von dem erhaltenen Magnetismus verlieren, so viel sie nämlich den Grad der Sättigung übertrifft, oder sie wird den ganzen empfangenen Magnetismus behalten.

Man stelle sich nun vor, daß man nach einander die Stange B von weichem Eisen, und eine zweite ganz ähnliche Stange von hartem Eisen dem Magnete A nähere.

Es ist klar, daß überhaupt der Grad des erhaltenen Magnetismus höher ist, als der des Körpers b (§. 102). Untersucht man nun hierauf diese beiden Körper, so wird man einzelne Resultate erhalten, die einander zu widersprechen scheinen werden.

Ist der Magnet stark genug, um einer jeden der Stangen B, b einen Grad von Magnetismus über den Grad der Sättigung mitzutheilen, so werden diese beiden Stangen, nach-

dem man sie vom Magnete A entfernt hat, ihre ganze überflüssige Menge verlieren; und da der Grad der Sättigung der Stange b wegen einer größern Härte höher ist, so wird diese Stange einen stärkern Magnetismus als die Stange B erhalten.

Kann der Magnet A den beiden Stangen B, b nur einen geringern Grad als den der Sättigung mittheilen, so wird jede dieser Stangen den ganzen empfangenen Magnetismus behalten; und da der Körper B, der weniger hart ist, als der Körper b, zugleich fähig ist, einen stärkern Magnetismus zu erhalten, so wird, bei übrigens gleichen Umständen, seine Kraft stärker seyn als die der Stange b, welches der dem vorigen entgegengesetzte Fall ist.

Es besitze endlich der Magnet A einen Magnetismus, dessen Verhältniß zu der Natur der Körper B, b so beschaffen ist, daß, während dem er fähig ist, dem erstern einen höhern, gleichen oder geringern Grad als den der Sättigung mitzutheilen, er dem zweiten in allen Fällen nur einen geringern Grad als den der Sättigung mittheilen kann.

In diesem Falle wird es nach der verschiedenen Stärke des Magnetismus, die der Körper B erhalten hat, geschehen können, daß nach

der Trennung der beiden Körper vom Magnete A bald der Magnetismus von B, bald der von b die Oberhand zu haben scheint, oder daß endlich die beiden Körper einen gleichen Grad von Magnetismus besitzen.

§. 129.

Hieraus folgt auch, daß, wenn ein Magnet A einem Körper B den Grad der Sättigung, welches der höchste Grad ist, den ein sich selbst überlassener Körper eine Zeitlang erhalten kann (§. 128.), mitgetheilt hat, und man nähert hierauf diesen Körper einem stärkern Magnete, trennt ihn aber davon bald wieder, er vom zweiten Magnete keinen Zuwachs von Magnetismus erhalten haben wird. Im Gegentheil würde seine Kraft vermehrt worden seyn, wenn der erste Magnet zu schwach gewesen wäre, um seinen Magnetismus bis auf dem Grad der Sättigung zu erheben.

§. 130.

Man erkennt aus dem eben gesagten die Ursache der Verschiedenheit, die man unter den Schriftstellern, die vom Magnetismus geredet haben, findet, indem einige vorgeben, daß der härteste Stahl am geschicktesten sey, eine große

magnetische Kraft zu erhalten, andere aber den weniger harten Stahl vorziehen. Diese Schriftsteller schreiben so der Natur der verschiedenen Stahle einen Unterschied zu, der vielmehr einer größern oder geringern Kraft der Magnete zuzuschreiben ist, deren sie sich bedient hatten, um dem Stahl die magnetische Kraft mitzutheilen.

§. 131.

Lange schon hatte man bemerkt, daß ein Magnet, mit dem man einer eisernen im natürlichen Zustande befindlichen Stange einen gewissen Grad von magnetischer Kraft mittheilt, nichts dadurch von seiner Stärke verliere, und diese Wirkung mußte denen unerklärbar scheinen, welche annahmen, daß das magnetische Fluidum aus dem Körper, der den Magnetismus mittheilt, zu dem überginge, der ihn empfängt.

Man sieht aber, wie leicht man dieselbe Wirkung durch die Grundsätze des Hrn. Aepinus erklären kann, weil die ganze Wirkung eines Magnets auf einen nicht magnetisirten Körper nur darin besteht, daß das in diesem letztern enthaltene natürliche Fluidum von einem Ende zum andern getrieben wird.

Noch mehr, die Eigenschaft des Magnets, muß statt durch diese Verrichtung vermindert zu werden, im Gegentheil dadurch vermehrt werden. Denn kaum war die der Wirkung dieses Magnets ausgesetzte Stange magnetisirt worden, so wirkte sie auch von ihrer Seite auf den Magnet; und da die Pole, mit denen sie einander gegenüber liegen, entgegengesetzte Eigenschaften besitzen, so trägt der Pol der Stange, je nachdem er positiv oder negativ ist, dazu bei, entweder den korrespondirenden Pol des Magnets noch mehr auszuleeren, oder eine neue Menge von Fluidum anzuziehen; hieraus folgt, daß der Magnet dadurch einen Zuwachs von Stärke erhalten muß.

§. 132.

Aus diesen Grundsätzen läßt sich sehr leicht die merkwürdige und allen Naturforschern hinlänglich bekannte Thatsache erklären, daß die Verbindung des Eisens mit dem Magnete die Kraft desselben, wenn gleich langsam, vermehrt.

Man hat ferner bemerkt, daß ein Magnet, den man zuerst mit der ganzen Menge von Eisen, die er tragen konnte, beladen hatte, nach einer bestimmten Zeit im Stande war, ein beträchtliches Gewicht zu tragen. Nimmt man

aber alsdann dieses Gewicht wieder ab, so verliert der Magnet sogleich alles, was er über seinen Grad der Sättigung erhalten hatte, ist nicht mehr im Stande, dieselbe Last zu tragen, und erhält nur nach und nach seine vorige Kraft wieder.

§. 133.

Dies giebt uns Gelegenheit, von den Bewaffnungen, das heißt, von den Stücken weichen Eisens zu reden, die man an die Magnete legt, und die theils dazu dienen, ihre Kraft zu erhalten, theils sie zu vermehren.

Es stelle DEGF (Fig. 32.) eine eiserne Stange von einer gewissen Dicke vor, die man mit ihrer Mitte an den positiven Pol A eines Magnets AB gelegt hat. Es sey a der Punkt, in dem man die zurückstossende Kraft dieses Pols vereinigt annimmt.

Diese Kraft wird sich auf die unmittelbar unter dem Punkte a liegenden Grundmassen nach einer gegen die Linie DE perpendikulären, und auf alle andere Grundmassen nach mehr oder weniger gegen DE schiefen Richtungen äussern. Es ist daher leicht einzusehen, daß der Theil der Stange, der durch alle diese verschiedene Wirkungen ausgeleert werden wird, durch

eine krumme Linie bestimmt werde, deren Spitze J dem Punkte a entspricht.

Wäre hingegen A der negative Pol des Magnets, so würde im Raume HJK Ueberfluß an Fluidum seyn, und der ganze übrige Theil der Stange würde in den negativen Zustand treten.

Verringert man die Dicke der Stange, so daß man zum Beispiel den Theil NFGO wegnimmt, so wird, da die durch die zurückstossende Kraft des Pols A zurückgetriebenen Grundmassen nicht mehr so viel Widerstand von Seiten derer erfahren, die in dem in den positiven Zustand tretenden Theile sich befinden, der ausgeleerte Theil sich viel stärker ausdehnen als im vorhergehenden Falle.

Endlich sieht man ein, daß die Dicke der Stange so groß werden kann, daß der ganze mittlere Theil, wie in dem Falle, wo DESR den Schnitt der Stange vorstellt, ausgeleert werde. Die entgegengesetzte Wirkung würde Statt finden, wenn A der negative Pol des Magnets wäre.

Dies vorausgesetzt, stellen wir uns vor, daß man an den beiden Enden BC, AD (Fig. 33.) eines natürlichen oder künstlichen Magnets zwei dünne Bewaffnungen von weichem Eisen,

BGHJ, AMLK anbringe, und daß BC der positive, AD der negative Pol des Magnets sey.

Es ist klar, daß dieses Fluidum von BGHJ wegen der Zurückstossung, die BC auf dasselbe äussert, so zurückgetrieben werde, daß der ausgeleerte Theil durch die krumme Linie BadC vorgestellt werden kann; hieraus folgt, daß der Fuß JH der Bewaffnung in den positiven Zustand treten wird.

Auf der andern Seite wird in der Bewaffnung AMLK ein gewisser krummlinigter Raum, wie AfgD sich befinden, der vermöge der anziehenden Kraft des Pols AD in den positiven Zustand treten wird, so daß der Fuß LK der Stange negativ magnetisirt werden wird.

Die Körper von weichem Eisen, woran man die Last des Magnets hängt, berühren die untern Flächen LK, JH der Bewaffnung. Da diese, wie man sieht, auf jeder Seite einen gleichen Magnetismus mit dem korrespondirenden Pole hat, so fügt sie zu der Kraft, die der Magnet anwendet, um die Last zu halten, eine neue hinzu. Aber sie bringt noch ausserdem die beiden Wirkungen hervor, die wir oben angezeigt haben.

Denn der Theil AfgD, der sich im negativen Zustande befindet, trägt dazu bei, im Pole

AD das darin überflüssige Fluidum zurückzuhalten, und diese Wirkung wird durch die entgegengesetzte Kraft des hinzugekommenen Theils DKLG, der nur einem kleinen Theile der Oberfläche des Pols AD korrespondirt, im Gleichgewicht erhalten.

Eben so sucht der Theil BadC, der sich im positiven Zustande befindet, im Pole AB den entgegengesetzten Magnetismus zu erhalten. Aber die Wirkung einer jeden der beiden Bewaffnungen vermehrt mit der Zeit merklich die Kraft des ihr korrespondirenden Pols (§. 132.), indem sie theils dazu beiträgt, den negativen Pol noch mehr auszuleeren, theils neues Fluidum in den positiven Pol zu ziehen.

Aus dem Vorhergehenden folgt, daß es in Ansehung der Bewaffnungen BGdC, AMgD ein Maximum der Dicke gebe, woraus die möglichstärkste Wirkung entspringt.

Damit dieses Maximum Statt habe, muß der positive oder negative Magnetismus eines jeden dieser Arme und zugleich der Füsse HJ, LK der Bewaffnung so groß seyn, wie es nur möglich ist. Wenn nun die Arme zu dick sind, so werden sie sich in dem Falle der Stange DFGE (Fig. 32.) befinden, und da ihre nach GH, ML (Fig. 33.) liegenden Theile einen

dem der nahe bei den Polen liegenden Theile entgegengesetzten Magnetismus haben, so wird der Magnetismus dieser letztern nicht allen Zuwachs erhalten, dessen er fähig ist.

Sind hingegen die Arme zu dünne, so sieht man leicht ein, daß die Füsse der Bewaffnung nicht alle Kraft erhalten werden, die sie bei einer beträchtlichern Dicke bekommen hätten. Es ist daher für die Vervollkommnung eines Magnets, den man bewaffnen will, nützlich, die Grenzlinie zu suchen, die das Maximum der Kraft giebt, welches auf verschiedene Art geschehen kann.

§. 134.

Bisher haben wir nur die Methoden zu magnetisiren betrachtet, die aus der Berührung eines Magnets an einem unmagnetisirten Eisen, oder daraus entstehen, daß man diese beiden Körper in einer kleinen Entfernung von einander hält. Da es aber für die Naturforscher interessant war, den Magnetnadeln eine stärkere Kraft zu ertheilen, als aus den bisher beschriebenen Verrichtungen entsteht, so hat man verschiedene Verfahrungsarten erdacht, um dazu zu gelangen.

Die einfachste von allen besteht darin, daß man eine eiserne Stange oder Nadel DE (Fig. 34.) mit einem Magnete reibt, dessen Pol A man in die ganze Länge der Stange schiebt, während dem man verschiedenemale die Verrichtung und zwar immer in gleicher Richtung wiederholt.

Man findet alsdann, daß das Ende D, an dem die Reibungen anfingen, mit dem Pole A einen gleichen, und daß das Ende E, an dem die letzte Reibung geschahe, einen entgegengesetzten Magnetismus erhalten hat, welches eine nothwendige Folge aus der Theorie ist. *)

Denn, da der Pol A, den ich hier positiv annehme, auf dem Theile DC der eisernen Stange liegt, so stößt er das Fluidum dieses Theils zurück, und läßt es in die benachbarten Theile CF, FG GH u. s. w. fliessen; kommt es

*) Dies ist das vom Verfasser angezeigte Verfahren. Aber es würde vortheilhafter seyn, die Verrichtung in einer gewissen Entfernung vom Punkte D anzufangen, um nicht gleich Anfangs eine dem Zwecke des Verfahrens entgegengesetzte Wirkung hervorzubringen, die denselben ganz aufheben müßte. In den folgenden Reibungen könnte man sich nach und nach dem Punkte D nähern, ohne doch zu ihm zu kommen.

hierauf zu dem Theile CF, so stößt es das Fluidum dieses Theils nach D und E; hieraus folgt, daß der Theil DC eine gewisse Menge von verlorenem Fluidum wieder erhalten wird, so daß der vorher positive Theil CF negativ wird.

So wie der Pol A nach und nach auf jedes der Theile FG, GH, HJ u. s. w. kommen wird, so wird er etwas von dem in ihren Theilen enthaltenen Fluidum aus ihnen nach E und D treiben; so daß alle vom Berührungspunkte ein wenig entfernte Theile durch die Anhäufung des Fluidums positiv werden, und daß nur der den Pol A berührende Theil und die in einer kleinen Entfernung liegenden Theile im negativen Zustande sich befinden.

Wird der Pol A endlich an das Ende E der Stange DE gekommen seyn, so wird er dasselbe negativ machen, und die Erfahrung beweißt, daß alsdann der Pol D, da er nach und nach mehr Fluidum erhalten, als er vorher verloren hatte, sich im positiven Zustande befindet.

Fängt man die Verrichtung von neuem an, so wird der Pol D, da er Ueberfluß an Fluidum hat, durch die Wirkung des Pols A weniger ausgeleert werden, als das erstemal,

da er nur seine natürliche Menge hatte; hieraus folgt, daß, während dem der Magnet über die hintersten Theile CF, FG ꝛc. geht, der Pol D mehr Fluidum erhalten wird, als er am Ende der vorigen Verrichtung hatte; so daß mehrere auf einer folgende Reibungen den Magnetismus der Stange vermehren werden.

Allein diese Wirkungen werden sehr eingeschränkt werden, weil der Pol A fortwährend fast den ganzen Magnetismus zerstört, den er in jedem Theile der Stange hervorgebracht hatte; so daß diese Art zu magnetisiren, so wie es die Erfahrung lehrt, wenig vortheilhaft und nur ein wenig wirksamer ist, als es die bloße Berührung des am Ende E der Stange angebrachten Pols A seyn würde.

Denn, da dieser Pol im Falle einer Reibung unmittelbar auf alle Punkte des Eisens wirkt, ob er gleich bei einem jeden Punkte eine der vorigen entgegengesetzte Wirkung hervorbringt; so ist doch die Summe aller kleinen Anhäufungen des Fluidums, das nach D geht, je mehr sich der bis zu einer gewissen Entfernung von diesem Punkte gekommene Magnet dem Ende nähert, etwas größer, als die aus der bloßen Berührung des Pols A entspringende Wirkung, der alsdann nur auf ein einziges

Punkt der Stange unmittelbar wirkt, und immer vom entgegengesetzten Punkte der ganzen Länge der Stange entfernt bleibt.

§. 135.

Hat man eine Stange durch das eben beschriebene Verfahren magnetisirt, so nehme man einen zweiten schwächern Magnet, und führe ihn, eben so, wie vorher, auf der schon magnetisirten Stange herum, so wird diese eine ansehnliche Menge von ihrer magnetischen Kraft verlieren.

Diese sonderbare Wirkung, die Musschenbroek in den Abhandlungen der Akademie Del cimento im zweiten Theile, Seite 80, angeführt hat, läßt sich sehr leicht durch die Grundsätze der Theorie des Hrn. Aepinus erklären.

Denn, wenn zum Beispiel das Ende D, nach den Reibungen des ersten Magnets, der positive Pol der Stange wäre, so ist klar, daß, wenn man den positiven Pol des zweiten Magnets auf D legt, die Wirkung des ersten zum Theil dadurch zerstört wird.

Eben dies findet in Ansehung aller bei E liegenden Punkte Statt. Zwar stößt der zweite Magnet, je mehr er sich dem E nähert, desto mehr neues Fluidum nach D. Da er aber we-

niger Kraft als der erste Magnet hat, so stößt er die Grundmassen nur schwach zurück, so daß der Punkt D, so wie die folgenden durch den unmittelbaren Gang des Magnets über einem jeden von ihnen nicht alles verlorene Fluidum wieder erhalten. *) Die Stange wird also

---

*) Man könnte einwerfen, daß, wenn gleich die zweite Stange, indem sie von D nach E geht, nicht im Stande ist, so viel Fluidum zum Beispiel in den Theil DC zu treiben, als die erste hineintrieb, dadurch doch, daß derselbe auf einer andern Seite weniger Fluidum hatte, herausgehen lassen, alles ausgeglichen seyn müsse. Diese Ausgleichung findet aber nicht Statt. Denn gesetzt, das Fluidum des Theils DC sey nach einer gewissen Anzahl von Reibungen durch die erste Stange in zehn Theile getheilt. Man lasse ferner, während dem man den positiven Pol der Stange wieder auf DC zurückführt, drei Theile des Fluidums heraus, und hierauf wieder fünf Theile bis nach E gehen; so wird das Segment CD zwei Theile erhalten haben, nämlich die $\frac{2}{3}$ mehr als herausgegangen war. Man stelle nun auf DC den positiven Pol der zweiten Stange statt des der ersten, und lasse so nur zwei Theile von Fluidum, statt drei herausgehen; so müssen, wenn anders die Wirkung der Reibung nach E der der Reibung der ersten Stange gleich ist, vier Theile des Fluidums, nämlich zweimal so viel als herausgegangen war, hineingehen. Es ist aber klar, daß die Stange nicht Kraft genug hat, diese Wirkung hervorzubringen.

nothwendig während den Reibungen des zwei-
ten Magnets von ihrer Kraft verlieren.

Besitzt inzwischen dieser Magnet nur wenig Härte, während dem die Stange selbst von hartem Eisen ist, und durch die Reibungen des ersten Magnets eine starke Kraft erhalten hat, so könnte es geschehen, daß die zurückstossende Kraft des Pols D auf den Pol A so stark werde, daß dieser, vorher positive, nunmehr negativ wird, und alsdann würden die Reibungen des zweiten die Kraft der Stange, anstatt sie zu zerstören, nur noch mehr vermehren.

Setzt man an die Stelle eines zweiten Magnets eine Stange von weichem, nicht magnetisirtem Eisen, so ist klar, daß, da die Stange sogleich eine negative Kraft im Berührungspole bei D erhält, dasselbe, wie im vorigen Falle, erfolgen werde, ob es gleich sonderbar lautet, daß eine unmagnetisirte Stange durch ihre Reibungen die Kraft einer magnetisirten vermehrt, während dem ein wahrer Magnet dieselbe vermindern kann.

§. 136.

Es giebt aber ein anderes, weit wirksameres, Verfahren, das den Hrn. Mitchell *)

---

*) Treatise of artificial magnets. London 1750. 8.

zum Erfinder hat, und die Methode der doppelten Berührung oder der Doppelstrich heißt. Es besteht in folgendem.

Man nimmt zwei magnetisirte Stangen AN, BQ (Fig. 35.), die man in einer kleinen Entfernung in vertikaler Richtung einander gegenüber stellt, so daß ihre entgegengesetzten Pole nach einer und derselben Seite gerichtet sind. A sey der positive Pol der Stange AN, und B der negative Pol der Stange BQ.

Hat man diese beiden Stangen auf die Stange DE, die man magnetisiren will, gesetzt, so daß ihre Pole A, B sich in einer gleich weiten Entfernung von den Endpunkten D, E befinden; so läßt man sie von einem Ende der Stange zum andern, jedoch nie über die Endpunkte hinaus gehen.

Ist so zum Beispiel der Pol B nahe bei dem Punkte E gekommen, so führt man die beiden Stangen in der entgegengesetzten Richtung nach dem Punkt D, und fängt wieder, wie das erstemal, von neuem an.

Befinden sich nach mehrern Reibungen die Stangen auf der Mitte der Stange DE, so nimmt man sie nach ihrer gegen diese Stange perpendikulären Richtung weg. Diese ist alsdann weit stärker, als in einem der vorherge-

henden Fälle, magnetisirt; so daß die eine Hälfte FE beinahe ihrer Länge nach im positiven, und die andere Hälfte DF im negativen Zustande sich befindet, wenn diese Länge nicht konsequente Punkte erhalten hat.

Wir wollen nun die Wirkungen näher untersuchen, die diese Methode hervorbringen muß. Es sey m ein nach der Mitte F der Stange DE liegende Grundmasse von Fluidum. Der positive Pol A sucht diese Grundmasse nach der Richtung mq zurückzustossen, während dem der negative Pol B sie in derselben Richtung anzuziehen sucht. Eben dies läßt sich von allen andern zwischen den Polen A, B liegenden Grundmassen sagen.

Man stelle sich vor, die beiden Magnete neigten sich nach E. Je mehr sie sich diesem Punkte nähern, desto mehr wird das zwischen diesen Polen enthaltene Fluidum nach diesem Endpunkt getrieben; so daß die gleichzeitigen Wirkungen der beiden Pole A, B sich in der ganzen Hälfte der Stange DE vereinigen. Da während der Rückkehr der beiden Magnete von E nach D das Fluidum fortdauernd angetrieben wird, sich in der Richtung mq zu bewegen, so ist es klar, daß die bei D liegenden Theile sich

ohne Unterlaß ausleeren, und die nahe bei E befindlichen fortfahren sich anzufüllen.

Die Pole A, B wirken auch auf die andern Grundmassen, wie n, q, die sich nicht zwischen ihnen befinden, zum Beispiel der Pol A sucht die Grundmasse n nach D zurückzustossen, und schadet also der allgemeinen Wirkung, die man davon erhalten wollte. Der Pol B zieht aber zu gleicher Zeit diese Grundmasse nach E; befände sich dieselbe gleich weit von den Polen A, B, die ich hier gleich stark annehme, entfernt, so würde sie weder angezogen noch zurückgestossen werden, sondern unbeweglich bleiben; so daß die ganze Wirkung keine Veränderung erleidet. Da aber diese Grundmasse weiter vom Pole B als vom Pole A entfernt ist, so hat dieser mehr Wirkung auf dieselbe, so daß sie wegen des Unterschieds der Kräfte von A und von B nach D zurückgestossen wird.

Da inzwischen die beiden Pole sich nur in einer kleinen Entfernung von einander befinden, so ist dieser Unterschied unbeträchtlich, und die Wirkung der beiden Pole auf die Grundmasse, n, (eben dieses läßt sich auch von einer andern bei E liegenden Grundmasse sagen) verursacht keine merkliche Veränderung in dem ausser dem Zwischenraume dieser Pole liegenden Fluidum.

Da übrigens diese Wirkung in dem erwähnten Zwischenraume sehr stark ist, so sieht man ein, wie diese Art zu magnetisiren auf die Stange DE eine große Wirkung hervorbringen kann.

§. 137.

Aus dieser Methode entspringt ein anderer wichtiger Vortheil, der darin besteht, daß der magnetische Mittelpunkt sich genau in der Mitte der Stange befindet, welches bei der Magnetnadel sehr nützlich ist. Diese Wirkung entsteht theils daher, weil die Kräfte, die das Fluidum auf der einen Seite anzuhäufen suchen, denen gleich sind, die es auf der andern Seite zurückzustossen streben, und weil die Anzahl der Reibungen auf den beiden Hälften DF, FE der Stange für beide gleich ist, wenn man nach dem gesagten annimmt, daß man zuerst die Magnete von F nach E und dann wieder von D nach F führt, um die Verrichtung auf dem Punkte F zu begrenzen.

§. 138.

Die Kraft der Pole hat nothwendig eine Grenze, über die hinaus man vergeblich die Verrichtung fortsetzen würde, um den Magnetismus der Stange DE zu vermehren. Diese

Grenze hat Statt, wenn die gegenseitige zurück stossende Kraft der im Theile FE angehäuften Grundmassen so groß ist, daß die Wirkung, die sie auf die Grundmasse m ausübt, zum Beispiel mit der Kraft im Gleichgewichte steht, die die Pole A, B anwenden, um diese Grundmasse nach E zu treiben.

§. 139.

Man befördert die Wirkung der Pole A, B, wenn man die Stange DE zwischen zwei Magnete G, H (Fig. 36.) stellt, deren gegen die Endpunkte D, E gerichtete Pole sich in einer demjenigen entgegengesetzten Zustande befinden, den man in eben diesen Endpunkten hervorbringen will. Man kann auch an die Stelle der Magnete G, H zwei Parallelepipeda von weichem Eisen setzen, die beinahe gleiche Wirkung hervorbringen werden. Die Ursache hiervon sieht man nach dem oben gesagten leicht ein.

§. 140.

Man bedient sich hierbei gewöhnlich wenigstens vier Stangen, wovon zwei, nämlich GH, FE (Fig. 37.), die man schon etwas magnetisirt annimmt, so wie es die Figur vorstellt,

zwischen zwei Parallelepipeda von weichem Eisen BA, DC liegen, so daß, wenn G zum Beispiel der Nordpol der Stange GH ist, E der Südpol der Stange EF seyn muß. Der beiden andern Stangen bedient man sich so, wie bei der Methode der doppelten Berührung, die wir weiter oben erklärt haben, indem man sie verschiedenemale zuerst über die ganze Länge einer von den Stangen GH, hierauf über die der Stange FE und endlich über die innere Fläche derselben Stangen, nachdem man sie herumgedreht hat, führt.

Man sieht leicht ein, daß bei dieser Verrichtung die Parallelepipeda von weichem Eisen, und diejenige von den Stangen, die man gegenwärtig nicht magnetisirt, dazu beitragen, die Wirkung der beiden Stangen, die man in der Hand hält, in Ansehung der, worauf man wirkt, zu vermehren.

Hierauf setzt man die beiden Stangen, die zum Magnetisiren der andern gedient haben, an die Stelle dieser, und läßt sie dieselbe Verrichtung thun, indem man sich ihrer bedient, die Kraft der beiden ersten zu vermehren, und so fort; hierauf bedient man sich ihrer, um Magnetnadeln und andere Körper von der Art zu magnetisiren.

§. 141.

Der Nutzen der Methode der doppelten Berührung hängt, wie wir gesehen haben, davon ab, daß die zwischen den Polen A, B (Fig. 35.) befindlichen Grundmassen von Seiten dieser Pole zwei gleichzeitige Wirkungen verursachen, die zur Hervorbringung der Wirkung, die man erhalten will, sich mit einander vereinigen, während dem die ausser dem Zwischenraume derselben Pole liegenden Grundmassen nur durch sehr schwache der Wirkung der beiden Pole entgegengesetzte Kräfte zum allgemeinen Zweck der Verrichtung getrieben werden.

Es scheint Anfangs, daß die vortheilhafteste Lage, die man den Magneten AN, BQ geben könne, um eine sehr große Wirkung hervorzubringen, diejenige sey, worin die Pole A, B sich einander so nahe als möglich befinden.

Denn, da in diesem Falle ein jeder der beiden Pole sehr nahe bei der Grundmasse m liegt, so scheint seine Wirkung auf dieselbe sehr stark seyn zu müssen. Auf der andern Seite haben wir gesehen (§. 136.), daß, je näher die Pole A, B bei einander liegen, desto kleiner die störende Kraft seyn muß, die sie auf die Grundmassen n, q äussern.

Wir bemerken inzwischen, daß die Kraft einer magnetischen Stange anders als die einzelnen Punkte dieser Stange wirkt; da zum Beyspiel der untere Theil der Stange AN in positiven, der obere Theil hingegen im negativen Zustande sich befindet, so ist klar, daß die Wirkungen der beiden Theile nicht in den Punkten A, N liegen, sondern aus einer Menge besonderer, von den verschiedenen Punkten der Stange verursachten Wirkungen zusammengesetzt sind.

Nach den Grundsätzen der Statik können alle diese Wirkungen, wie eine einzige aus ihnen entstandene Wirkung angesehen werden.

Es seyen daher r, s die beiden Punkte, in denen man sich alle diese Wirkungen vereinigt denkt. Wir werden in der Folge diese Punkte Mittelpunkte der Wirkungen nennen.

Dies vorausgesetzt, muß man die Kräfte der beiden Stangen AN, BQ betrachten, als wenn sie von den Punkten r, s nach den Linien rm, sm wirkten, die nothwendig in Ansehung der Länge DE der Stange schief seyn werden.

In diesem Falle theilt sich eine jede der Kräfte in zwei andere, wovon die eine auf DE perpendikulär, die andere mit eben dieser Linie parallel liegt; da nun die nach der ersten

Richtung wirkende Kraft die Bewegung der Grundmasse m nach E nicht vermehren kann, so kann nur die mit DE parallele Kraft die verlangte Wirkung hervorzubringen suchen.

Man verlängere nun unbestimmt die Linien rm, ms (Fig 38.) und nehme auf diesen so verlängerten Linien die einander gleichen Theile mt, mp, welche die Kräfte nach rm, sm vorstellen. Zieht man das Parallelogramm mtpq, so wird die Diagonale mq dieses Parallelogramms die Wirkung der beiden Kräfte nach rm, ms, dem Zwecke der Verrichtung gemäß, vorstellen.

Es ist klar, daß diese Diagonallinie wächst, so wie sich der Winkel rms der beiden Kräfte öffnet. Aber zu gleicher Zeit wachsen auch die Entfernungen r, s von den Mittelpunkten der Wirkungen; hieraus folgt, daß die beiden Kräfte sich vermindern, und die wirkliche durch den Theil der Richtung mq, der ihr proportional ist, vorgestellte Kraft ebenfalls abnimmt; so daß, da in einer unendlichen Entfernung eine jede der beiden Kräfte rm, ms auf Null zurückgeführt wird, die durch diese Diagonallinie vorgestellte Kraft selbst = Null wird.

Auf der andern Seite wachsen die beiden Kräfte um so mehr, je kleiner die Entfernung

zwischen den Punkten r, s ist. Da aber zugleich ihre Richtungen derjenigen der Diagonallinie entgegengesetzt sind, so vermindert sich die durch diese Diagonale vorgestellte Kraft, so daß sie, in dem Falle, daß die beiden Mittelpunkte r, s sich verengen, = Null werden.

Man sieht hieraus, daß in Ansehung des Winkels rms ein gewisses mittleres Maas Statt findet, das für die Kraft, worauf es hier ankommt, den größtmöglichen Werth giebt.

Dieses Maas hängt von dem Gesetze ab, wonach das magnetische Fluidum in Entfernungen wirkt. Hr. Aepinus nimmt an, daß diese Wirkung sich blos umgekehrt, wie die Entfernungen verhalten, und findet, daß die Kraft, die in der Richtung mq wirkt, die größtmögliche ist, wenn rf dem fm gleich ist, das heißt, wenn der Winkel rms ein rechter ist. *)

---

*) Denen, die die Grundsätze der Geometrie kennen, wird es vielleicht lieb seyn, hier einen sehr einfachen Beweis von diesem Falle zu finden, den ich an die Stelle des vom Hrn. Aepinus durch den Differentialkalkul gegebenen setze. Sie werden dadurch besser einsehen können, worin das Maximum der Kraft, worauf es hier ankommt, bestehe. Es seyen rm, op, gu 2c. (Fig. 39.) meh=

Hr. Coulomb hat aber, wie man weiter unten sehen wird, bewiesen, daß der Magnetis-

---

rere Lagen einer von den beiden Stangen, wovon man den Mittelpunkt der Wirkung in den Punkten r, o, g ꝛc. annimmt. Aus der Mitte C von rm ziehe man den halben Umkreis rzm, ziehe die Linien mo, mg ꝛc., und lasse durch die Punkte a, b ꝛc., wo diese Linien den halben Umkreis schneiden, die Linien ak, bx ꝛc. perpendikulär auf den Durchmesser rm fallen. Endlich ziehe man die Chorden ra, rb ꝛc., die nothwendig auf mo, mg ꝛc. perpendikulär seyn müssen.

Da man die Kräfte in einem umgekehrten Verhältniß der Entfernungen wirkend angenommen hat, so verhält sich die Kraft im Punkte r zur Kraft im Punkte o, wie om sich zu rm verhält. Aber im rechtwinklichten Dreiecke rom ist mr die mittlere Proporzionallinie zwischen om und am; hieraus folgt, daß man an der Stelle des Verhältnisses von om zu rm das Verhältniß von rm zu am setzen kann. Stellt nun rm die Kraft beim Punkte r vor, so wird diejenige beim Punkte o durch am vorgestellt werden. Eben so wird man durch Hülfe des rechtwinklichten Dreiecks rgm beweisen, daß die Kraft beim Punkte g durch bm vorgestellt werde. Ist aber die Kraft am zum Beispiel schief, so nimmt sie zwei Richtungen, die eine km, die andere ak, die einzige, die die Grundmasse m nach n treibt. Aus einer ähnlichen Ursache läßt sich die Kraft bm in Ansehung derselben Wirkung auf rbx zurückführen. Da nun alle Punkte a, b ꝛc. auf dem Umkreis eines Zirkels liegen, so folgt daraus, daß die größte Kraft im Radius cz seyn wird, welches Statt hat, da der Winkel rmi oder rmz 45 Grade hat.

mus, so wie die Elektricität wirkt (§. 39.), das heißt, umgekehrt, wie die Quadrate der Entfernungen.

Ich untersuchte, welches in diesem Falle das Maximum der Kraft nach mq sey, und fand, daß es alsdann Statt hat, wann die Linie fm sich zur Linie rf verhält, wie die Seite des Quadrats zur Diagonallinie, das heißt, wann der Winkel rms beinahe 70°$\frac{1}{2}$ enthält. *)

---

*) Der wahre Werth dieses Winkels ist 70°, 31', 44''. Dies ist das Resultat, welches mir der Differentialkalkul gegeben hat. Man könnte es auch aus den Eigenschaften des Zirkels durch die bloße Geometrie herleiten. Denn, wenn man, wie oben, schließt, und an die Stelle der Linien om, rm ꝛc. ihre Quadrate $\overline{om}^2$, $\overline{rm}^2$ ꝛc. setzt, so wird man finden, daß die schiefe Kraft durch $\overline{am}^2$ oder $\overline{bm}^2$ anstatt durch am oder bm allein hier vorgestellt werde. In diesem letztern Falle befindet sich die wahre Kraft auf ihrem Maximum, wenn mk = kr ist; welches im Mittelpunkte C Statt hat. Aber wegen des rechtwinklichten Dreiecks mar ist am die mittlere Proportionallinie zwischen mk und dem Durchmesser mr, welches eine beständige Größe ist; hieraus folgt, daß das Quadrat der schief wirkenden Kraft wie mk zu und abnimmt. Wenn also die schiefe Kraft dem Quadrate von am selbst gleich ist, wie im gegenwärtigen Falle, so wird aus dem Produkte mk durch kr, $\overline{mk}^2$ durch kr. Dies Produkt ist das

Dieser Winkel kann nur durch den Kalkul bestimmt werden. Man sieht aber durch die bloße Vernunft ein, daß er weit kleiner seyn müsse, als der von 90°, welcher im Falle des umgekehrten Verhältnisses der bloßen Entfernungen Statt hat. Denn, da im andern Falle die Kräfte in einem größern Verhältniß abnehmen, so müssen sie viel eher die Grenze erreichen, die ihr Maximum giebt; so daß, da die Lagen, wovon diese Grenze abhängt, einen viel engern Raum einnehmen, der Winkel, von dem die Seiten sich bis zu den Endpunkten dieses Raums erstrecken, hierdurch selbst kleiner werden muß.

Es folgt noch aus den Versuchen und den Rechnungen des gelehrten Pariser Akademikers, den wir eben angeführt haben, daß in einer 25 Zoll langen Stange die Wirkungsmittel-

---

größtmögliche, da mk doppelt so groß als kr ist, wie man leicht einsieht, wenn man Zahlen an die Stelle der Buchstaben setzt. Zum Beispiel das größte Produkt des Quadrats eines der Theile von 12. durch den andern Theil hat Statt, wann diese beiden Theile 8 und 4 sind, welches viermal 64 oder 256 zum gesuchten Maximum giebt. Nun ist hier der Fall, wo mk das doppelte von kr ist, derselbe wo mk sich zu ak verhält, wie die Diagonallinie des Quadrats zur Seite. Also ꝛc.

punkte der Pole ungefähr zehn Linien weit von den Endpunkten entfernt sind.

Nimmt man nun an, daß die beiden Stangen AN, BQ (Fig. 35.) diese Länge haben, ohne auf die Wirkung des obern Pols Rücksicht zu nehmen, die, weil sie in einer sehr schiefen Richtung auf die Grundmasse m wirkt, schwach ist, so findet man, daß das Maximum der Kraft Statt hat, wenn die beiden Stangen etwas weiter als 14 Linien von einander entfernt sind.

Man muß also erkennen, daß die Methode der doppelten Berührung, wie sie die Herren Mitchell und Canton *) angewendet haben, zwar allen andern bisher erfundenen vorzuziehen sey, aber doch einen wesentlichen Mangel habe.

Denn, da man, um von dieser Methode Gebrauch zu machen, die Pole A, B in einer gewissen Entfernung von einander halten muß, um nicht ihre Kraft zu schwächen, so geschieht es, daß die Theile der Kräfte, die auf die Grundmasse n, q wirken, und, wie wir gesehen haben, die Hauptwirkung der Verrichtung

*) Philosoph. Transact. Vol. XLII. p. 31 und Hamb. Magaz. B. VIII. S. 339.

zu zerstören suchen, immer eine merkliche Menge von ihrer störenden Wirkung behalten.

§. 142.

Dies läßt sich durch die Erfahrung beweisen, wenn man zwei magnetische Stangen senkrecht auf eine der Flächen einer andern Stange DE (Fig. 40.) von weichem Eisen stellt, so daß zum Beispiel A der positive Pol eines von den Magneten, B der negative Pol des andern ist.

Es ist klar, daß in diesem Falle ein jeder von den Polen A, B dem Theile der Stange DE, der ihn berührt, einen dem seinigen entgegengesetzten Magnetismus mittheilt, und daß er folglich eine anziehende Kraft auf diesen Theil anwendet.

Da nun die durch die unter den Polen A, B liegenden Theile GF, FH erhaltene Menge von Magnetismus bis auf einem gewissen Punkt von der Entfernung der Wirkungsmittelpunkte abhängen, so hängt auch die Anziehung eben dieser Pole in Ansehung der Stange DE von dieser Entfernung ab.

Wenn man, dies vorausgesetzt, die beiden Stangen einander berühren läßt, und entfernt sie hierauf wieder von einander, so wird man wahrnehmen, daß ihre anziehende Kraft in

Ansehung der Stange, die vorher = Null war, bis zu einer gewissen Grenze wachsen wird, über welche hinaus sie sich wieder vermindert.

§. 143.

Hr. Aepinus hat ein Mittel erfunden, die Methode der doppelten Berührung zu vervollkommnen, und ihre Wirkung ansehnlich zu vermehren.

Wir haben gesehen, daß in dem Falle, wo die Wirkungsmittelpunkte in r und in s (Fig. 35.) liegen, der vortheilhafteste Winkel rms der von $70^\circ\frac{1}{2}$ ist. (§. 141). Dies setzt aber voraus, daß man nicht im Stande ist, diese Mittelpunkte der Stange DE zu nähern, das heißt, daß die Stangen AN. BQ eine vertikale Richtung behalten.

Denn es ist klar, daß, wenn man durch irgend ein Mittel die Wirkungsmittelpunkte näher bei DE bringen könnte, ohne daß die Stangen AN, BQ etwas an ihrer Länge verlieren, die Wirkung der beiden Pole auf die Grundmasse m immer stärker werden würde. Alsdann würde der Theil fm oder mh (Fig. 38.), der die Wirkung der Pole vorstellt, nach Verhältniß des Theils rf, sg, welcher die verlorene

Kraft bezeichnet, immer größer werden, so daß, wenn die Wirkungsmittelpunkte sich auf derselben Linie, wie der Punkt m befänden, die Wirkung der Pole auf die Grundmasse m auf ihrem Maximum seyn würde.

Dies vorausgesetzt, stelle man sich vor, daß man die Stangen AM, BN (Fig. 41.) so neige, daß ihre Wirkungsmittelpunkte r, s die Bogen rR, rS beschreiben; es ist klar, daß alsdann die Mittelpunkte sich der Stange ED nähern, hieraus folgt, daß in dieser Lage die Wirkung der Stangen auf die Grundmasse m beträchtlich wachsen wird.

Durch diese Methode kann man die Pole A, B weit mehr als durch die des Hrn. Mitchell und Canton nähern, weil man nicht mehr zu fürchten hat, daß diese Nähe die gleichzeitigen Kräfte der Stangen in Ansehung der Grundmasse m verändern.

Ferner besteht aber ein großes Hinderniß der Methode der doppelten Berührung darin, daß die Anziehung und Zurückstossung der Wirkungsmittelpunkte auf die Grundmassen n, q die Hauptwirkung zu hintern suchen.

Die Methode des Herrn Aepinus weicht noch zum Theil diesem Hindernisse aus. Denn, da die Mittelpunkte r, s die bei n, p liegen,

den Grundmassen während der Neigung der Stangen herausgetrieben haben, so äussert sich alsdann die Wirkung dieser Mittelpunkte auf die Grundmassen, wovon die Rede ist, in denselben Richtungen, wie auf die Grundmasse m und befördert so die Verrichtung vielmehr, anstatt sie zu hindern.

Um nach dieser Methode zu verfahren, die Hr. Aepinus die verbesserte Methode der doppelten Berührung nennt, kommt es nur darauf an, die magnetischen Stangen so zu neigen, wie man es in der Figur sieht, (Fig. 42.) indem man nur zwischen ihren Polen eine Entfernung von einigen Linien läßt, so daß sie mit der Stange EF einen kleinen Winkel von 15 oder 20 Graden bilden.

Uebrigens verführt man, wie bei der Methode der doppelten Berührung. Die Vergleichung der durch beide Methoden nach einander hervorgebrachten Wirkungen mit denselben Stangen beweißt, so wie die Theorie, den Vorzug der letztern.

§. 144.

Es scheint Anfangs noch vortheilhafter zu seyn, die Stangen ML, JK ganz auf die

Stange EF zu legen, weil alsdann die Kraft der Wirkungsmittelpunkte die größtmögliche ist.

Man muß inzwischen bemerken, daß in diesem Falle die Pole L, E (und dasselbe läßt sich auch von den Polen K, F sagen), einander bei jeder Reibung berühren; und da diese Pole einen homogenen Magnetismus besitzen, so würde der Pol L die dem Pole E mitgetheilte magnetische Kraft und eben so die der beiden andern Pole zu zerstören suchen, anstatt daß, wenn man diese Pole etwas entfernt, diese zerstörende Ursache sehr unmerklich wird.

§. 145.

Das Vorhergehende führt uns auf eine wichtige Bemerkung über die natürlichen bewaffneten Magnete.

Wenn ein solcher Magnet, den man aber als einen sehr guten voraussetzt, so lang ist, daß die Pole seiner Bewaffnung in einer weit größern oder geringern Entfernung von einander sich befinden, als es der Fall des Maximums erfordert, so sieht man leicht ein, daß dieser Magnet durch die Bewaffnung keine so ansehnliche Kraft erhalten wird, als man sich davon sonst versprechen konnte.

Im Gegentheil könnte ein weniger starker Magnet, der aber eine gehörige Länge hat, durch die Bewaffnung mehr Stärke als der vorige erhalten.

Hieraus entstehen wahrscheinlich, wenigstens zum Theil, die sonderbaren Erscheinungen, die man bei Bewaffnung der natürlichen Magnete beobachtet hat, und wovon man das nähere Detail bei verschiedenen Schriftstellern, die über den Magnet geschrieben haben, finden kann.

§. 146.

Es folgt noch aus dem bereits weiter oben gesagten, daß die Kraft der in Gestalt eines Hufeisens verfertigten Magnete sehr von ihrer Krümmung abhängt, weil diese die Entfernung der Pole C, D (Fig. 43.) bestimmt, die man nicht verändern kann.

Da nun die Wirkungsmittelpunkte dieser Pole sich sehr nahe bei den Endpunkten (§. 141.) befinden, und da der vortheilhafteste Winkel, unter dem die Richtungen der aus den Wirkungsmittelpunkten kommenden Kräfte wirken, ein spitziger Winkel von $70^\circ\frac{1}{2}$ ist, so folgt daraus, daß die Entfernung, die das Maximum der Wirkung giebt, nach Verhältniß der Länge

der Arme unbeträchtlich seyn muß. Dies Verhältniß kann aber nur durch die Erfahrung genau angegeben werden.

§. 147.

Der Verfasser schlägt folgendes Verfahren vor, um ein Eisen in Gestalt eines Hufeisens stark zu magnetisiren.

Hat man dies Eisen auf einen Tisch gelegt, so setzt man an dessen Endpunkten C, D (Fig. 43.) die beiden entgegengesetzten Pole zweier magnetisirten Stangen AC, BD, so daß ihre Längen senkrecht auf den Armen des Hufeisens stehen, wie es die Figur zeigt.

Es sey C der Nordpol von AC und D der Südpol von BD. Man nehme zwei andere stark magnetisirte Stangen EF, GH, die man, wie bei der verbesserten Methode der doppelten Berührung neigt, setze hierauf ihre Pole E, G auf die Mitte des Hufeisens und lasse die beiden Stangen von C nach D, und wieder von D nach C gehen, genau so, als wenn CKD eine gerade Stange wäre. Endlich führe man die Stangen EF, GH über die Mitte K der krummen Linie zurück, um da die Verrichtung zu vollenden, und wiederhole dieselben Reibun-

gen auf der entgegengesetzten Fläche des Hufeisens.

§. 148.

Gewöhnlich legt man die Stangen AC, BD einander parallel, wie man in der Figur sieht (Fig. 44). Aber es ist vortheilhafter ihnen die gegenseitige in der Figur 43 vorgestellte Lage zu geben.

Denn C sey der positive Pol des Magnets AC (Fig. 44.) und D der negative Pol des Magnets BD. Der Pol C wirkt auf die Grundmasse n, um sie zurückzustoßen; aber der Pol D wirkt auf dieselbe Grundmasse, um sie anzuziehen. Der Wirkungsmittelpunkt sey in g. Die Grundmasse m wird durch diesen Mittelpunkt nach gm angezogen, aber diese Wirkung theilt sich in zwei andere; die eine nach mn, die andere nach mq. Diese ist der Wirkung des Pols C auf die Grundmasse m gerade zu entgegengesetzt.

Eben dies läßt sich auch von den im Arme DK befindlichen Grundmassen sagen, in Ansehung dieser wird die anziehende Wirkung des Pols D durch einen Theil der zurückstoßenden Kraft des Pols C vermindert. Je größer nun

der Winkel gmq ist, desto schwächer wird die durch mq vorgestellte störende Kraft.

Nimmt man nun an, daß dieser Winkel so groß werde, daß die beiden Linien mq, mg in einer und derselben Richtung liegen, so wird dies der Fall seyn, wo die störende Kraft sich auf ihrem Minimum befindet. Nun ist es klar, daß man diese Bedingung erhält, wenn man die Stangen so legt, wie es die Figur 43 zeigt. Also ꝛc.

V. Von dem Gesetze, das die Wirkung des magnetischen Fluidums bei Entfernungen befolgt.

§. 149.

Die Leichtigkeit, womit man die Hauptwirkungen des magnetischen Fluidums erklärt, wenn man für die Theorie des Magnetismus dieselben Hauptgrundsätze, wie für die Theorie der Elektricität (§. 100) annimmt, verschafft uns eine Analogie, die uns zu der Vermuthung führt, daß das magnetische Fluidum bei Entfernungen dasselbe Gesetz, wie das elektrische befolgt.

Da aber in der Naturlehre die direkten Beweise denen aus der bloßen Analogie hergeleiteten weit vorzuziehen sind, so nahm sich Hr. Coulomb zu untersuchen vor, ob die Erfahrung für das magnetische Fluidum diesel-

ben Resultate gebe, die er in Ansehung des elektrischen Fluidums mit Hülfe der oben beschriebenen Waage (§. 39.) erhalten hatte.

§. 150.

Man muß inzwischen bemerken, daß die Versuche in Ansehung des Magnetismus eine vorläufige Untersuchung erfordern, die bei den über die Wirkungsart des elektrischen Fluidums gemachten Versuchen nicht nöthig war.

In diesen letztern haben die Körper, die sich anziehen oder zurückstossen, die Gestalt einer Kugel. Man weiß aber, daß, wenn Körper von dieser Gestalt sich im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen anziehen oder zurückstossen, ihre Wirkungen sich so äussern, als wenn ihre ganze Materie im Mittelpunkte vereinigt wäre. *)

---

*) Die zwischen dem Mittelpunkte eines jeden Körpers und einem andern Körper liegenden Theile ziehen sich mehr an, und stossen sich mehr zurück, als die Mittelpunkte, und diese mehr als die hintersten Theile. Im Falle des umgekehrten Verhältnisses des Quadrats der Entfernungen findet eine Ausgleichung Statt zwischen den stärkern und schwächern Wirkungen, als diejenigen sind, die aus dem Mittelpunkte kommen, so daß ihre

Bei den magnetischen Versuchen hingegen bedient man sich der Stangen oder Nadeln, das heißt, länglichter Körper, und es gehören besondere Versuche dazu, um die Punkte zu bestimmen, in denen die Kräfte, die sich an allen verschiedenen Theilen dieser Körper äussern, vereinigt gedacht werden. *)

§. 151.

Wir wollen hier einen Begriff von dem Verfahren geben, wodurch Hr. Coulomb die erwähnten Punkte bestimmt hat.

Dieser Naturforscher hing eine drei Zoll lange magnetische Nadel an einem seidenen Faden auf. Man weiß überhaupt, daß eine so aufgehängte Nadel zuerst verschiedene Schwingungen macht, die sich immer mehr vermindern, bis sie endlich auf einer, beinahe von Süden nach Norden gerichteten Linie, die man den magnetischen Meridian nennt, unbeweglich bleibt.

Summe dieselbe ist, als wenn alle Theile vom Mittelpunkte aus wirkten.

*) Diese Punkte sind dieselben, die oben Wirkungsmittelpunkte hießen.

Wir werden in der Folge nähere Details über diese Richtung geben, und ihre Ursachen zu erklären suchen.

War die Nadel stille gestanden, so zog Hr. Coulomb ihren magnetischen Meridian an (Fig. 45.); auf diesem Meridian errichtete er Perpendikularlinien bc, df ꝛc. in einer Entfernung von einem, zwei, vier, acht oder sechszehn Zoll, wie es die Figur zeigt.

Alsdann nahm er einen gut magnetisirten stählernen Faden von fünf und zwanzig Zoll Länge, und legte ihn nach einander auf diese verschiedene Perpendikularlinien. Hierauf entfernte sich die Nadel von ihrer Lage, und erhielt sie nur dann wieder, wann der stählerne Faden selbst eine gewisse Lage bekommen hatte.

Es stelle SN diesen auf der Perpendikularlinie uz liegenden Faden vor, so daß die beiden Endpunkte S, N sich innerhalb des magnetischen Meridians der Seite von z befinden. Es sey n der negative Pol der Nadel, a ihr positiver Pol, n der Wirkungsmittelpunkt des positiven Pols, S des stählernen Fadens, und x′ derjenige des negativen Pols N.

Auf der einen Seite zieht die Wirkung von x den Pol n der Nadel an, und stößt den Pol a (§. 108) zurück; durch diese beiden Wirkun-

gen dreht sich die Nadel nach dem Bogen np. Aber auf der andern Seite stößt die Wirkung von x' den Pol n der Nadel zurück, und zieht den Pol a an; vermöge dieser Wirkung dreht sich die Nadel auch, aber in einer entgegengesetzten Richtung, nämlich nach dem Bogen nk.

Da nun die Pole x, x' nach verschiedenen Richtungen und durch verschiedene Kräfte wirken, so geschieht es, daß nach den verschiedenen Lagen, die man sie nehmen läßt, und nach den verschiedenen Entfernungen, worin man sie in Ansehung der Nadel stellt, bald die Kraft des Mittelpunkts x diejenige des Mittelpunkts x' übertrifft, bald beide Kräfte einander gleich sind, bald die letztere das Uebergewicht erhält.

Hr. Coulomb ließ für den ersten Versuch den Faden SN über die erste Perpendikularlinie bc von c nach b gehen, bis sich die Nadel auf ihrem magnetischen Meridian befand, und beobachtete, daß alsdann der Faden über den Meridian, um eine Menge eS von ungefähr zehn Linien hinaus nach b ging. Der hierauf auf die zweite Perpendikularlinie df gebrachte Faden ging in demselben Falle nur neun Linien über den Meridian hinaus; auf der dritten ging er nur acht Linien über denselben hinaus; auf der vierten il blieb er diesseits

bei l in der Entfernung hS von vier Linien; endlich auf der fünften Perpendikularlinie mz blieb er diesseits in der Entfernung uS von zwei und vierzig Linien.

Wir wollen jetzt die Resultate dieser verschiedenen Versuche untersuchen.

Beim ersten ist es leicht einzusehen, daß die Wirkung des Theils eS des stählernen Fadens, der in einer derjenigen des Theils ge entgegengesetzten Richtung wirkt, (wenn man diesen magnetischen Mittelpunkt in g annimmt,) mit der Wirkung des Theils gN dazu beiträgt, die Nadel nach dem Bogen nk zu drehen, und daß folglich diese beiden Wirkungen zusammen mit der Wirkung des Theils eg das Gleichgewicht halten; der Theil eS allein betrachtet wirkt also schwächer als der Theil eg; hieraus folgt, daß der Wirkungsmittelpunkt des positiven Pols in einem Punkte x zwischen e und g liegt.

Wir bemerken zuerst, daß sich die Wirkung eines jeden Pols des Magnets, da sie sich in Ansehung der Länge der Nadel in schiefer Richtung äussert, in zwei Richtungen theilt, wovon die eine mit der Nadel, die andere mit den Perpendikularlinien bc, df ꝛc. parallel liegt, welche letztere allein die Nadel sich drehen läßt.

Die Kraft, die jeder Mittelpunkt auf die Nadel äussert, hängt also zugleich von der Länge des Hebels, wodurch man dieselbe parallel mit den Perpendikularlinien bc, df wirkend sich vorstellt, und von der Entfernung desselben Mittelpunkts von den Polen der Nadel ab.

Je mehr man nun den stählernen Faden nach und nach auf die Perpendikularlinien df, eg, il ꝛc. bringt, indem man ihnen die durch die Figur vorgestellte Lage giebt, desto mehr nähern sich die schiefen Richtungen der durch die Mittelpunkte x, x' nach xn, x'n ꝛc. verursachten Wirkungen der Gleichheit, das heißt, die schiefe Richtung des Pols x vermindert sich und diejenige des Pols x' wächst; in dieser Hinsicht verliert dieser letztere Pol fortdauernd an dem Vortheile, den er Anfangs wegen seiner direktern Richtung über den Pol x hatte.

Allein auf der andern Seite nähern sich auch die Entfernungen von x und x' von den Polen der Nadel um so mehr der Gleichheit, und da sie beide zugleich zunehmen, so verliert der Mittelpunkt x von dem Vortheile, den er über den Mittelpunkt x' hatte.

Die Vortheile und Verluste stehen also gegen einander nach einem solchen Verhältniß im Gleichgewicht; daß die Kraft des Mittelpunkts

x' bei übrigens gleichen Umständen sich in Ansehung derjenigen des Mittelpunkts x fortdauernd vermehrt.

Denn, weil der auf der Perpendikularlinie cg stehende stählerne Faden nur acht Linien weit über den Meridian hinaus geht, während dem die Nadel auf diesem Meridiane bleibt, so folgt daraus, daß der Theil fS, der, verbunden mit dem Theile gN, mit dem Theile tg das Gleichgewicht hält, nicht so lang zu seyn oder eine so große Wirkung hervorzubringen braucht, und daß folglich der Mittelpunkt x' einen Zuwachs an Stärke erhalten hat.

Da diese Kraft fortwährend der Kraft des Mittelpunkts x gleich zu werden strebt, so giebt es eine Grenze, wo diese beiden Kräfte sich einander das Gleichgewicht halten, und diese Grenze befindet sich nothwendig zwischen t und h, so daß der auf einer Perpendikularlinie, die auf der korrespondirenden Höhe gezogen ist, stehende stählerne Faden mit seinem Ende S den magnetischen Mittelpunkt berührt.

Unter dieser Grenze würde die Kraft des Mittelpunkts x' diejenige des Mittelpunkts x übertreffen, wenn man den Punkt S auf dem Meridiane liesse; so daß man ihn alsdann nach dem Punkt 1 oder dem Punkt 2 davon entfer-

nen muß, wenn die Nadel auf ihrem Meridiane bleiben soll.

Diese Entfernung ist zwei und vierzig Linien über die Perpendikularlinie uz hinaus, hieraus folgt, daß während den verschiedenen Versuchen der Punkt S, der zuerst zehn Linien jenseits des Meridians lag, zwei und funfzig Linien oder vier und einen halben Zoll von der Linken zur Rechten durchlaufen hat. Die Größe dieser Entfernungen setzt voraus, daß die Verhältnisse der Kräfte zu gleicher Zeit sich beträchtlich verändert haben. Man sieht aber ein, daß diese Veränderungen um so merklicher seyn müssen, je weiter die Mittelpunkte x und x′ von einander entfernt sind.

Denn, wären sie einander sehr nahe, so würden, da der Winkel xnx′ während der Bewegung des stählernen Fadens auf den verschiedenen Perpendikularlinien nur sehr wenig verändert wird, die schiefen Richtungen der Wirkungen von x und von x′, so wie die Verhältnisse der Entfernungen dieser Punkte von den Polen der Nadel nur sehr geringe Veränderungen erleiden, statt daß man, wenn man die Punkte x, x′ weit von einander entfernt an-

nimmt, wie es die Figur zeigt, durch die bloße Betrachtung der Figur erkennt, daß, da der Winkel xnx' beträchtlich vermindert wird, wenn der stählerne Faden sich auf der Perpendikularlinie uz befindet, die schiefen Richtungen der Kräfte und ihre Entfernungen, die von den Veränderungen dieses Winkels abhängen, selbst in einem großen Verhältniß verändert werden.

Dies alles beweißt nicht nur, daß die Punkte x, x' sehr nahe an den Endpunkten S, N liegen, sondern auch, daß diese Punkte mehr als in einem umgekehrten Verhältniß der blossen Entfernungen sich verändern.

Der Kalkul geht noch weiter, und verwandelt diese Vermuthung in Gewißheit.

Hr. Coulomb nimmt an, daß die Mittelpunkte x, x' von den Punkten S, N etwas über zehn Linien entfernt seyen, und daß die Kräfte dieser Mittelpunkte in einem umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen wirken; er beweißt, daß in Ansehung der verschiedenen Lagen, die man dem stählernen Faden gegen die verschiedenen Perpendikularlinien geben muß, damit die Kräfte x, x' der

Nadel das Gleichgewicht halten, die Resultate des Kalkuls vollkommen mit denen der Erfahrung übereinstimmen. *)

§. 152.

Die eben dargestellten Versuche führen uns also zugleich auf zwei wichtige Resultate. Sie bestimmen die Lage der Mittelpunkte x, x′ und lehren uns das Gesetz kennen, wonach das magnetische Fluidum in Entfernungen wirkt.

Um aber den Beweis noch strenger zu führen, trennte Hr. Coulomb diese beiden Resultate, und, indem er nur annahm, daß die Wirkungsmittelpunkte in einem stählernen fünf und zwanzig Zoll langen Faden etwas über

---

*) Zur Erleichterung des Kalkuls nimmt Hr. Coulomb an, daß die Wirkungsmittelpunkte der beiden Pole der Nadel sich an ihren Endpunkten, obgleich in einiger Entfernung von denselben, befinden. Da aber jeder Mittelpunkt des eisernen Fadens auf die beiden Mittelpunkte der Nadel wirkt, wenn man nach der Annahme den Mittelpunkt n in einer zu großen Nähe von zwei oder drei Linien an den Mittelpunkt S, und zu gleicher Zeit den Mittelpunkt a der Nadel in einer zu beträchtlichen Entfernung von derselben Größe vom Mittelpunkte N bringt, so geschieht es, daß die beiden Fehler sich einander aufheben.

zehn Linien von seinen Endpunkten sich befänden, untersuchte er durch verschiedene sehr scharfsinnige Versuche, ob dieser Faden in einem umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung von den Wirkungsmittelpunkten wirke.

Wir wollen hier nur dasjenige Verfahren darstellen, wobei man sich einer der elektrischen ähnlichen magnetischen Waage bedient; mit dem Unterschiede, daß Hr. Coulomb an die Stelle des Hebels, der den beweglichen Ballen von Hollundermark trägt, eine lange magnetische Nadel von fünf und zwanzig Fuß Länge, und an die Stelle des festen Ballens eine zweite dergleichen vertikal auf dem magnetischen Meridian gestellte Nadel setzt.

Der untere Pol dieser letzten Nadel befindet sich in demselben Zustande, wie der nahe dabei liegende Pol der beweglichen Nadel, wenn diese sich in ihrem magnetischen Mittelpunkte befindet, und die feste Nadel so liegt, daß, wann man die andere auf dieselbe legt, das Ende der einen Nadel dem der andern zehn Linien weit vorgeht, das heißt, daß sie sich durch die Wirkungsmittelpunkte ihrer verschiedennamigen Pole durchkreuzen.

Noch müssen wir bemerken, daß, wenn man den aufgehängten Faden, der die nach ihrem magnetischen Mittelpunkt gerichtete bewegliche Nadel trägt, unter einem gewissen Winkel dreht, dieselbe Kraft, die sie in diesem Meridian zurück hielt, sie dahin zu treiben sucht.

Es ist daher nothwendig, diese Kraft zu schätzen, und Hr. Coulomb hat gefunden, daß, wenn man den Faden nach und nach unter den Winkeln von 36°, 72°, 108° ꝛc. dreht, indem man die Zahl 36 verdoppelt, verdreifacht, vervierfacht ꝛc., die Nadel, die dieser Drehung entgegenwirkt, sich von ihrem Meridiane um einen Grad für 36° der Drehung, um 2° für 72° und um 3° für 108° ꝛc. entferne.

Da nun die durch die Nadel besiegten Mengen der Drehung sich wie die Zahlen 35, 70 oder zweimal 35 ꝛc. verhalten, so muß man hieraus überhaupt schliessen, daß unter einem gegebenen Winkel der Drehung die dieser Drehung entgegenwirkende Kraft immer so vielmal 35 ist, als der zwischen dem Meridian und der gegenwärtigen Richtung der Nadel enthaltene Bogen Grade hat. *)

---

*) Dieses zwischen der Anzahl der Grade, um die sich die Nadel von ihrem Meridian entfernt, und

Wenn nun, dies vorausgesetzt, der Faden nicht gedreht wird, die bewegliche Nadel aber auf ihrem magnetischen Meridiane sich befindet,

---

dem Widerstand, den sie der Kraft der Drehung leistet, beständige Verhältniß hängt von einer Ursache ab, deren nähere Entwicklung nicht ohne Nutzen seyn wird.

Da die Kraft, die die Nadel auf ihren Meridian zu treiben sucht, sich in einer großen Entfernung äussert, wie man in der Folge sehen wird, so denkt man sie sich nach parallelen Richtungen wirkend, die durch die Wirkungsmittelpunkte der Pole der Nadel gehen, indem diese Richtungen während der Bewegung dieser Nadel nur sehr kleine Winkel unter einander bilden; hieraus folgt, daß die Kraft, worauf es hier ankommt, wie beständig angesehen werden muß. Dies hat Hr. Coulomb an einem andern Orte durch direkte Versuche bewiesen.

Dies vorausgesetzt, seyen αy, αk (Fig. 45.) zwei durch zwei verschiedene Drehungen hervorgebrachte Lagen der Nadel. Da sich die Kraft, die die Nadel nach dem Meridian zu treiben sucht, in einer parallelen Richtung mit diesem Meridian äussert, und, wie ich gesagt habe, als beständig gedacht wird, so wollen wir sie in den beiden Fällen durch $n\alpha$ vorstellen. Man muß sie in zwei Richtungen theilen, nämlich $\alpha\gamma$, $n\gamma$ auf der einen, und $\alpha\delta$, $n\delta$ auf der andern Seite; da die Linien $n\gamma$, $n\delta$ auf der Richtung der Nadel perpendikulär stehen. Es ist aber der Theil der Kraft, der in der Richtung dieser Perpendiku-

und man nähert dieser die andere Nadel in der weiter oben beschriebenen Richtung, so wird die zurückgestossene bewegliche Nadel vier und zwanzig Grade vom Meridiane entfernt stehen bleiben, während dem die feste Nadel so liegt, daß der Wirkungsmittelpunkt seines untern Pols sich in seinem Meridiane befindet.

Wäre nun die bewegliche Nadel durch eine Drehungskraft unter einem Winkel von 24° von ihrem Mittelpunkte entfernt worden, so wären, nach dem gesagten, 24° plus fünf und dreissigmal 24° der Drehung, das heißt 860° erforderlich gewesen, um diese Entfernung zu bewirken, und die durch den Widerstand der Nadel besiegte Quantität der Drehung würde fünf und dreissigmal 24°, das heißt 840° seyn; hieraus folgt, daß die zurückstossende Kraft der beiden Nadeln auf 840° geschätzt werden muß.

---

larlinien wirkt, der einzige, der die Nadel auf ihren Meridian treibt. Allein eben diese Perpendikularlinien sind die Sinus der Bogen ny, nk, mit denen man annehmen kann, daß sie sich vereinigen, wenn diese Bogen wenig ausgedehnt sind; hieraus erkennt man, daß die Kraft, die die Nadel auf ihren Meridian treibt, in den Verhältnissen eben dieser Bogen sich verändern muß.

Ist alles in diesem Zustande, so ist der aufgehängte Faden in drei Kreisen gedreht worden, indem er von der beweglichen nach der festen Nadel ging, so daß, wenn man zum Beispiel annimmt, daß die bewegliche Nadel die Richtung αk habe, und wenn der Bogen kn 24° hat, die Drehung nach dem Bogen knp geschehen ist.

Diese in einer, derjenigen, die die Nadel 24° vom Meridiane entfernt hielt, entgegengesetzten Richtung geschehene Drehung hat diese nach einer Richtung αy wieder auf 17° desselben Meridians zurückgebracht. Nun machen drei Kreise 1080°, wovon man die 17° Entfernung, oder die Bogen ny abziehen muß, weil diese 17° im Faden eine kleine Drehung verursachen würden, die, da sie in einer der Drehung von 1080° entgegengesetzten Richtung geschieht, sie um so viel vermindert. Also ist die wahre Drehung = 1063°.

Die Kraft aber, die die Nadel im Falle einer Entfernung von 24° auf den Meridian zu bringen suchte, war einer Drehung von 840° gleich. Fügt man nun zu dieser Menge die wahre Drehung von 1063°, die in derselben Richtung nach dem Bogen knp wirkt, hinzu, so erhält man 1903° für die Summe der bei-

den, der durch die feste Nadel geleisteten Zurückstossung entgegengesetzten, Kräfte. Es gab aber 7° dieser Zurückstossung, die durch die Wirkungen der beiden angeführten Kräfte zerstört wurden, weil die Nadel wieder von 24° zu 17° zurückgebracht wurde.

Um daher die Kraft zu erhalten, mit der diejenige der festen Nadel im zweiten Versuche das Gleichgewicht hält, muß man von 1903° siebenmal 35° oder 245° abziehen, der Rest ist = 1658°, welcher die gegenseitige zurückstossende Kraft der beiden Nadeln ausdrückt.

Die zurückstossenden Kräfte verhielten sich daher in den beiden Versuchen, wie 840 zu 1658, ein Verhältniß, das dem von $\frac{1}{2}$ zu 1 sehr nahe ist. Da aber die Entfernungen sich wie 24 und 17 verhalten, so ist das umgekehrte Verhältniß ihrer Quadrate = $\frac{1}{576}$, $\frac{1}{289}$, welches ebenfalls dem Verhältniß von $\frac{1}{2}$ zu 1 sehr nahe kommt.

Der Unterschied, der sich zwischen diesen beiden Verhältnissen findet, kann nur einem kleinen, in solchen Resultaten unvermeidlichen Mangel an Genauigkeit zugeschrieben werden.

Man muß daher aus dem angeführten, so wie aus mehrern andern Versuchen dieser Art, die einen gleichen Erfolg hatten, schliessen, daß

die Wirkung des Magnetismus sich umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernungen verhalte. Man kann auch durch ein dem vorigen analoges Verfahren beweisen, daß die Anziehungen daßselbe Gesetz befolgen. *)

---

*) Dies Resultat stimmt völlig mit dem überein, welches Lambert aus seinen eigenen Versuchen zog (S. Mémoires de l'Acad. roy. des Sciences de Berlin. Tom. XXII.) Wir müssen indessen bemerken, daß Hr. Aepinus in denen zur Bestimmung gewisser Resultate seiner Theorie angewendeten Rechnungen oft vorausgesetzt hat, daß das Fluidum in einem umgekehrten Verhältnisse der Entfernungen wirke. Dies ist aber im Geiste des Verfassers eine blos willkührliche Annahme, die er nur mit der hinzugefügten Bemerkung wagte, daß seine Absicht nicht sey, das Gesetz, worauf es hier ankommt, für das wahre Gesetz des Magnetismus auszugeben, sondern zu Resultaten zu gelangen, die in einem gewissen Sinn mit den natürlichen Wirkungen übereinstimmen, weil man deren immer erhalten kann, die diesen Wirkungen analog sind; das Gesetz, welches man für den Magnetismus annehme, sey übrigens welches es wolle, wenn nur seine Wirkung abnimmt, sobald die Entfernung wächst. Derselbe Naturforscher nimmt auch an einer andern Stelle (§. 141.), wie wir gesehen haben, an, daß das magnetische Fluidum in einem umgekehrten Verhältnisse der bloßen Entfernungen wirke. Seine Theorie konnte

VI. Von der magnetischen Kraft der Erdkugel.

§. 153.

Einen der merkwürdigsten Unterschiede zwischen der Elektricität und dem Magnetismus zeigt uns die Vergleichung der willkührlichen und blos natürlichen Wirkungen beider Fluida, wenigstens der für uns sehr merklichen.

---

daher in dieser Hinsicht dem Hrn. Coulomb nichts helfen, und diesem Gelehrten kommt daher das ganze Verdienst einer Erfindung zu, zu der er unvermuthet durch ganz neue Versuche und durch festgegründete Rechnungen geführt wurde. Ich muß inzwischen gestehen, daß Hr. Aepinus sich Seite 38 genauer als an irgend einer andern Stelle seines Werks ausdrückt, und das umgekehrte Verhältniß des Quadrats der Entfernungen annimmt, ohne doch einen andern Beweis als die Analogie anzuführen.

Die Erscheinungen dieser Art, die vom elektrischen Fluidum abhängen, geschehen durch lokale und vorübergehende Ausflüsse, wenn dieses in der Atmosphäre in Wirksamkeit gesetzte Fluidum, aus für uns noch unbekannten Ursachen, sich theils durch häufige Blitze, theils durch das Krachen des Donners offenbart, oder uns das zugleich glänzende und ruhige Schauspiel eines Nordlichts gewährt.

Die Wirkung des Magnetismus kommt hingegen unaufhörlich, wenn gleich ohne Geräusch, aus dem Schooße der Erde, er dehnt seinen Einfluß durch sehr bemerkbare Wirkungen, die man durch angestellte Versuche und Beobachtungen mit einander vergleichen kann, sehr weit aus.

Dies ist ohne Zweifel der interessanteste Gesichtspunkt unserer Theorie, man sehe nun auf die Allgemeinheit der Erscheinung, woraus er entsteht, oder auf die Vortheile, die der Mensch ihm verdankt, seitdem er durch die Erfindung der Magnetnadel für den Fortgang der Schiffahrt und des Handels einen solchen Nutzen daraus zu ziehen wußte.

Um bei der Untersuchung dieser Erscheinung nach Grundsätzen zu verfahren, sey erstlich fe (Fig. 46.) ein Magnet, dessen Mittel-

punkt d auf derselben Linie, wie die Axe nr eines andern stärkern Magnets BC sich befindet. Der Magnet fe sey ferner um den Mittelpunkt d beweglich, und eine äussere Ursache wirke, ihn ein wenig von der Lage fde zu entfernen; man überlasse ihn hierauf sich selbst; B. f seyen die positiven, und C, e die negativen Pole.

Es ist klar, daß der Pol B auf den Pol f wirkt, um ihn zurückzustossen, und auf den Pol e, um ihn anzuziehen, während dem im Gegentheil der Pol C den Pol f anzieht, und den Pol e zurückstößt.

Da aber die anziehende sowohl als zurückstossende Kraft des Pols C die analogen Wirkungen des Pols B übertrifft, der in einer grössern Entfernung vom Magnete fe liegt, so sieht man, daß der Pol f sich nach dem Pol C drehen wird, da ferner der Magnet BC stärker in der Ebene seiner Axe als in allen andern Ebenen wirkt, und da endlich nichts den Magnet fe hindert, dieser Wirkung nachzugeben, so ist klar, daß er sich auf derselben Linie, wie die verlängerte Axe von BC bewegen wird, damit die anziehenden Kräfte dieses Magnets sich einander das Gleichgewicht halten.

Es giebt noch einen andern, mathematisch möglichen, Fall des Gleichgewichts.

Dies würde derjenige seyn, wo man den Magnet fe sich halb umwenden ließe, so daß der Pol f die Stelle des Pols e einnimmt und so umgekehrt.

Denn es läßt sich durch die Gesetze der Mechanik beweisen, daß in diesem Falle die anziehenden und zurückstossenden Kräfte des Magnets BC sich einander das Gleichgewicht halten werden. Da aber die geringere Veränderung in der Axe fe dieses Gleichgewicht aufheben, und der Magnet alsdann seine vorige Lage wieder annehmen würde, so daß, wenn man die Sache physisch betrachtet, dieser Magnet in der umgekehrten Lage, wovon wir geredet haben, keinen Augenblick bleiben könnte, so ist es überflüssig, diesen Fall zu betrachten.

Es sey A der Mittelpunkt des Magnets BC. Hat man die Vertikallinie Aδ gezogen, und man stellt den Magnet oder die Nadel $\epsilon\varphi$ so, daß ihr Mittelpunkt δ sich in derselben Vertikallinie befindet, so ist klar, daß, wenn man annimmt, daß die beiden Pole eines jeden Magnets gleiche Stärke besitzen, der Magnet $\epsilon\varphi$ eine dem Magnete $\epsilon\varphi'$ parallele Richtung annehmen wird, so daß φ der positive und ϵ der negative Pol seyn wird. Denn auf der einen Seite wird der Pol φ vom Pole C so stark an-

gezogen, als der Pol ε vom Pole B. Auf der andern Seite wird der Pol φ eben so stark zurückgestossen durch den Pol B, als der Pol ε durch den Pol C; also ꝛc.

Es giebt noch einen andern Fall des Gleichgewichts, worin der Magnet $\varepsilon\varphi$ eine umgekehrte Lage hat. Es ist dies aber ein blos mathematischer Fall, der physisch betrachtet = o wird.

Es verhält sich mit dergleichen Fällen, wie mit einem spitzigen Körper, den man ins Gleichgewicht zu bringen sucht, indem man ihn mit der Spitze vertikal auf einen Tisch stellt. Die Erfahrung beweißt, daß man nie dazu gelangen wird, wenn gleich die Theorie die Sache für möglich erklärt.

Zwischen den beiden Lagen fe, $\varepsilon\varphi$ giebt es eine Menge anderer, die Statt haben können, und worin der Mittelpunkt D des Magnets EF sich weder auf der Richtung der Axe des Magnets BC, noch auf der durch den Punkt A gezogenen Vertikallinie befindet.

Damit das Gleichgewicht in einem jeden dieser Fälle Statt finde, muß der Magnet EF eine in Ansehung des Magnets BC schiefe Richtung annehmen, die sich bis ins Unendliche nach den verschiedenen gegenseitigen Lagen der beiden Magnete verändern wird.

§. 155.

Bleibt der Mittelpunkt des Magnets EF in der vertikalen Ebene mδ, während dem dieser Magnet sich von den Lagen fe, εφ entfernt, so ist es klar, daß seine Richtung immer mit dieser Ebene zusammenfallen wird.

Ferner, je mehr der Magnet sich einem der Wirkungsmittelpunkte, die ich in M und in N annehme, nähert, desto mehr wird er sich nach diesem Mittelpunkt neigen. Er wird darin eine Lage, wie e′, f′ haben, wo der Punkt d′ sich beinahe auf derselben Vertikallinie, wie der Mittelpunkt N befindet; alsdann wird die Kraft dieses Mittelpunkts, um den Pol f′ der Nadel anzuziehen, und zugleich den Pol e′ zurückzustossen, auf ihrem Maximum sich befinden. Aber eben diese Wirkung wird auf ihrem Minimum seyn, um die Nadel in der vertikalen Ebene nrδ zu erhalten, oder sie daran zu hindern, sich um den Punkt d′ zu drehen.

Dies wird man einsehen, wenn man bedenkt, daß, da alsdann der Mittelpunkt der Nadel sich auf einer vom Wirkungsmittelpunkte N perpendikular auf der Axe des Magnets gezogenen Linie befindet, der Theil der Kraft, der aus dem Punkte N wirkt, um die Nadel in den andern Fällen sich drehen zu lassen, =

Null wird, die Lage der Nadel sey, welche sie wolle. Es sind daher alsdann nur die Wirkungen des Pols M, die die Nadel in die Ebene rnS zu bringen suchen.

Da nun diese Wirkungen sehr schief sind, und sich in ziemlich beträchtlichen Entfernungen äussern, die der Gleichheit sehr nahe kommen, wenn man die Nadel viel kürzer als den Magnet annimmt, so bringen sie nur eine sehr schwache Wirkung hervor.

Ich habe bemerkt, daß man alsdann die Nadel von ihrer Richtung bringen kann, wenn man sie mit ihren Enden durch einen Cirkelbogen oder sogar durch einen Halbkreis führt, so daß sie in der Lage, die man ihr eben gegeben hat, bleibt, indem die geringe Reibung, die sie an ihrer Angel erfährt, im Stande ist, das Bestreben des Punkts M, sie in ihre vorige Richtung zu bringen, zu besiegen.

Der Punkt N, wo diese Wirkung Statt hatte, war in einer magnetischen Stange, nahe beim Fuß der Länge, ungefähr neun Linien weit vom Ende r. Bringt man die Nadel über diesen Punkt hinaus, indem man nach r geht, so kehrt sich ihre Lage sogleich um; so daß sie sich nach einer Linie f, e richtet, die sich nach der der e′, f′ entgegengesetzten Richtung neigt, und

ihre Pole gleichfalls umgekehrt werden; wovon man die Ursache leicht einsieht.

Fährt man endlich fort, die Nadel sich bewegen zu lassen, so daß sie sich der Lage fe nähert, so vermindert sich ihre Neigung immer mehr, bis ihre Richtung mit der verlängerten Axe nr zusammenfällt, wie dies alsdann der Fall ist, wann die Nadel die Lage fe angenommen hat.

§ 156.

Die Erfahrung zeigt, daß eine auf verschiedene Punkte der Erdkugel gebrachte magnetisirte Nadel unendlich verschiedene Richtungen annimmt, die in Ansehung der Kugel, wie diejenigen eines Magnets EF in Ansehung des Magnets BC sich verändern.

Um die Verschiedenheit dieser Richtungen zu bestimmen, war es nöthig, sie zweien gegebenen Ebenen zu nähern. Man hat die Ebene des Horizonts und die des Meridians gewählt, und nennt denjenigen Winkel, den die Axe der Nadel mit dem Horizont macht, indem sie sich mehr oder weniger nach diesem Cirkel neigt, den Neigungswinkel, und denjenigen, den sie mit dem Meridian macht, indem sie sich mehr oder weniger von der Ebene dieses Meri-

dians, es sey nun nach Osten oder nach Norden, entfernt, den Abweichungswinkel.

§. 157.

Dies vorausgesetzt, hat man folgendes beobachtet. *)

1) Die Abweichung der Nadel hat man bisher nicht größer als 30° gefunden. Sie verändert sich nach den Oertern; in einigen fällt die Lage der Nadel mit der Ebene des Meridians zusammen, in andern entfernt sie sich, wie

---

*) Baffin sagt im Journal der Reise, die er als Steuermann mit Byleth machte, daß über den 78ten Grad nördlicher Breite die Abweichung der Nadel bis auf 56° gehe, und fügt hinzu, daß dies die größte bisher beobachtete sey. Baffin befand sich damals bei dem Meerbussen, der nach ihm den Namen führt, vielleicht nicht weit vom Wirkungsmittelpunkte eines der Pole des weiter unten vorkommenden magnetischen Kerns entfernt, und da in diesem Falle (§. 155.) die Intensität der magnetischen Kraft kaum merklich ist, so ist die Nadel fast nicht mehr dem Gesetze unterworfen, das sonst überall die Abweichung bestimmt, und kann beträchtliche Veränderungen erfahren. Eine solche Beobachtung müßte in ihrem ganzen Detail verfolgt werden, um daraus irgend eine Induktion ziehen zu können, die auf die Theorie Licht verbreiten könnte.

wir erwähnt haben, mehr oder weniger nach Osten oder Norden.

2) Die Punkte, wo die Abweichung = o wird, bilden um die Kugel eine unregelmässige krumme Linie mit verschiedenen Wendungen, und eben so verhält es sich mit den Punkten, wo die Abweichung von einer bestimmten Anzahl Graden, wie z. B. 5, 10, 15 ꝛc. ist.

3) Die Abweichung verändert sich unmerklich bei einem und demselben Punkte der Kugel.

Man hat noch keine genaue Kenntniß von dem Gesetze dieser Veränderung. Man weiß gleichfalls nicht, ob die krumme Linie, wovon wir geredet haben, an sich beständig ist, und nur eine langsame Bewegung um die Kugel hat, wodurch sie fortdauernd ihre Lage verändert, oder ob sie sich vielmehr in ihrer Neigung verändert.

4) Man hat in der Abweichung der Nadel eine tägliche Veränderung in einem und demselben Punkte der Erde bemerkt. Hr. von Cassini, Mitglied der Pariser Akademie der Wissenschaften, der diese Erscheinung mit großem

Fleiß bei Nadeln untersuchte, die sich auf der Sternwarte zu Paris befinden, und bei seinen Untersuchungen die größte Aufmerksamkeit anwendete, vergleicht die Veränderung, worauf es hier ankommt, mit einer Art von schwingenden Bewegung, wodurch die Nadel des Morgens ihre Richtung verläßt, und nach Westen geht, von 5' bis auf 14', mehr oder weniger, nach der Verschiedenheit der Jahreszeiten, um hierauf eben so weit des Nachmittags wieder rückwärts zu gehen.

Der Augenblick, wo die Nadel sich am meisten von ihrer vorigen Richtung entfernt, verändert sich ebenfalls nach den Jahreszeiten, von Mittag bis um drei Uhr. Die Augenblicke, wo sie sich auf ihrem Minimum der Veränderung befindet, sind gegen acht Uhr des Morgens, und gegen zehn Uhr des Abends.

Ueberhaupt aber verändert sich diese Grenze weit mehr, als diejenige der größten Entfernung, weil alsdann, und besonders des Abends, die Nadel am meisten der Wirkung gewisser störenden Ursachen, zum Beispiel der Ost- und Nord-Ost-Winde, und besonders der Nord-

lichter ausgesetzt ist. (S. d. Mémoires de l'Academie roy: des ſcienc. de Paris 1784).

In Ansehung der Neigung der Nadel hat man folgende Beobachtungen gemacht.

1) Diese Neigung ist auf dem Aequator beinahe = Null; doch muß man dies nicht im strengsten Sinne nehmen. Denn die durch alle Punkte, wo die Nadel perpendikulär auf der Vertikallinie steht, gebildete krumme Linie schneidet den Aequator unter einem gewissen Winkel.

2) So wie man sich von diesem Cirkel entfernt, indem man nach dem Nordpol geht, neigt sich das diesem Pole gegenüber liegende Ende unter dem Horizont, so daß die Neigung mit der Weite wächst, bis man endlich auf dem Winkel von 90° gekommen ist.

Diese Veränderung ist inzwischen nicht genau der Veränderung der Breite proportional. Denn auf der einen Seite ist die Neigung nicht ganz beständig unter allen Punkten derselben Parallellinie, und auf der andern Seite kann man aus der Progression, die sie befolgt, schliessen, daß ihr Maximum nicht gerade am Pole

Statt findet, wenn gleich der Punkt, wo dasselbe seyn müßte, nicht weit entfernt seyn kann.

3) Dieselben Wirkungen finden in umgekehrter Richtung Statt, wenn man die Nadel nach dem Südpol bringt.

4) Die Neigung, so wie die Abweichung verändert sich an demselben Orte mit der Zeit nach einem bisher noch unbekannten Gesetze.

§. 158.

Aus diesen Beobachtungen folgt, daß die Magnetnadel auf verschiedenen Punkten der Erdkugel ihre Lage, wie wir schon erwähnt haben, so verändert, als wenn man sie um einen Magnet in Gestalt einer Kugel sich drehen ließe.

Einige ältere, und die meisten neuern Naturforscher haben daraus geschlossen, daß es sehr wahrscheinlich sey, daß die Erdkugel einen sehr großen Magnet in Gestalt einer Kugel enthalte *) und dieser vom Hrn. Aepinus ange-

*) In dieser Hypothese weicht Hr. Prevost ganz von Hrn. Aepinus und Hauy ab, er drückt sich darüber in seinem Werke über den Ursprung

nommene Schluß wird noch durch verschiedene andere Schlüsse, die wir in der Folge machen werden, unterstützt.

---

der magnetischen Kräfte §. 121. in folgenden Worten aus:

„In der That läßt diese Hypothese den Mag„netismus dieses großen Magnets doch immer un„erklärt. Denn wir kennen kein natürliches noch „künstliches Mittel, den Magnetismus hervor„zubringen; alles, was wir in dieser Rücksicht „beobachten, lauft auf eine bloße Mittheilung „hinaus (Tentamen etc. Aepini §. 391. und „Exposition etc. par M. l'Abbé Hauy §. 123). „Auch gesteht Hr. Aepinus ein, daß er keine „mechanische Ursache kenne, der er mit einiger „Wahrscheinlichkeit den magnetischen Zustand des „im Innern der Erde verschlossenen Magnets zu„schreiben könne. Er verwirft diejenige, die sich „beim ersten Anblick darbieten könnte, nämlich die „tägliche Umwälzung der Erde. Er begnügt sich „zu fragen, ob es ungereimt sey, dies Factum „(den magnetischen Zustand des besagten Mag„nets) unter die Anzahl derer zu rechnen, die „keine hervorbringende mechanische Ursache haben, „sondern von der unmittelbaren Einwirkung des „Schöpfers abhängen. Eine Frage, die von dem „bloßen Geständnisse der Unwissenheit nicht ver„schieden zu seyn scheint."

Prevost glaubt vielmehr, daß sich alle diese Phänomene des natürlichen Magnetismus der Erde ohne Voraussetzung eines solchen magnetischen Kerns auf eine sehr natürliche Art nach seiner

Der Magnet, wovon hier die Rede ist, hat eine seiner Halbkugeln DHE (Fig. 47.) im positiven, und die andere DJE im negativen Zustande. Nach dem bereits gesagten aber (§. 157.) fällt die Ebene DE, die diese beiden Halbkugeln trennt, nicht genau mit der Ebene des Aequators zusammen, ob er sich gleich nur wenig davon entfernt.

Es scheint, daß die Figur dieses magnetischen Kerns nicht vollkommen regelmässig, und daß die Vertheilung des Fluidums darin nicht gleichförmig ist; davon rühren wahrscheinlich, wenigstens größtentheils, die kleinen Veränderungen in der Abweichung und Neigung der Nadel her.

Theorie erklären ließen. Es scheint ihm nämlich zur Erklärung derselben hinreichend zu seyn, wenn man annehme, daß die eine von den beiden elementarischen Flüssigkeiten, die er in seiner Theorie des Magnetismus voraussetzt, A oder B in der einen Halbkugel mehr verdichtet sey, als in der andern, oder daß ein kleiner Theil der magnetischen Flüssigkeit sich durch den Einfluß einer stets wirksamen Ursache, die den Erdball in einem Zustande der Ladung erhalte, zersetze, so daß das Fluidum A gegen dem einen Erdpol zu, und das Fluidum B gegen den andern in größerer Menge vorhanden sey.

Es scheint auch nach den kleinen Veränderungen, die die Abweichung der Nadel an demselben Orte erleidet, daß entweder der magnetische Kern der Kugel eine langsame Bewegung hat, wie Halley *) es vermuthete, oder, was noch wahrscheinlicher ist, daß die Vertheilung des Fluidums mit der Zeit im Innern des Kerns sich verändert.

§. 159.

Ehe wir weiter gehen, müssen wir die verschiedenen Wirkungen eines Magnets BC (Fig. 48.) auf eine sehr kurze und um den Punkt c bewegliche Nadel ab untersuchen.

Die Wirkungsmittelpunkte des Magnets BC seyen in A und in N, so daß die Kraft von A positiv und die von N negativ sey. Es ist klar, daß die Nadel ab selbst ein Magnet werden wird (§. 104.), dessen Pol a im negativen und der Pol b im positiven Zustande sich befinden wird. Auch wird diese Nadel nothwendig eine schiefe Richtung, wie ad nehmen.

Ist alles in diesem Zustande, so nehme man an, der Mittelpunkt c der Nadel bewege

---

*) Philosophical Transactions Vol. XVII. n. 195.

sich, aber sehr wenig, längst der Linie ad, so daß derselbe zum Beispiel in g komme. Durch diese bloße Bewegung wird sich das Ende a der Nadel vom Punkte A entfernen, und das Ende b wird sich dem Punkte N nähern; hieraus folgt, daß, da das Ende a nach Verhältniß mehr durch den Punkt N angezogen, und weniger durch den Punkt A zurückgestossen wird, als im vorhergehenden Falle, die Nadel sich mit ihrem Ende b ein wenig nach dem Punkt N neigen, und sich zum Beispiel nach der Linie em richten wird, die mit der Linie ad einen unendlich kleinen Winkel macht.

Läßt man den Mittelpunkt c sich aufs neue nach der Linie em bewegen, so daß dieser Mittelpunkt in f kommt, so wird die Nadel eine neue, von der vorigen sehr verschiedene Richtung, wie il nehmen. Fährt man fort, den Mittelpunkt der Nadel sich so bewegen zu lassen, so sieht man ein, daß dieser Mittelpunkt eine krumme Linie cgfn ꝛc. beschreiben wird.

Es wird auch einen Punkt der krummen Linie geben, wo die Nadel, die sich fortdauernd von der parallelen Lage in Ansehung von BC entfernt, eine gegen diese Linie perpendikulare Richtung annehmen wird.

Ueber diesem Punkt hinaus sucht das Ende b der Nadel sich immer mehr dem Punkte N zu nähern, und die Seiten rs der krummen Linie werden sich in einer entgegengesetzten Richtung nach den ersten Seiten ag, gf ꝛc. neigen; wenn endlich das Ende b der Nadel unendlich nahe am Punkte N sich befinden wird, so wird die Anziehung dieses Punkts so stark wirken, daß die krumme Linie durch eben diesen Punkt gehen wird. Unten wird sie Seiten bilden, die mit der BC immer mehr parallel liegen werden, und wenn der Mittelpunkt der Nadel in p seyn wird, gerade unter dem Mittelpunkte o des Magnets BC, so wird die Richtung xy der Nadel mit BC parallel seyn.

Weiter hinaus wird die krumme Linie sich nach dem Punkte A neigen, wodurch sie gehen wird, indem sie eine neue, der entgegengesetzten ähnliche Branche AM bildet, so daß die krumme Linie wieder auf sich selbst zurückkommt.

Gesetzt nun, man habe auf dem Umkreise dieser krummen Linie die Mittelpunkte einer Menge kleiner sehr kurzer Nadeln gelegt, so werden diese Nadeln bald solche Lagen annehmen, daß eine jede von ihnen nach der Tangente an dem Punkte der krummen Linie sich richten wird, der mit dem Mittelpunkte der

Nadel zusammenfällt; da nun alle diese Nadeln mit ihren ungleichnamigten Polen einander gegenüber liegen, so werden sie sich gegenseitig anziehen, und selbst eine zusammenhängende krumme Linie bilden.

Man wird dasselbe Resultat erhalten, man mag nun magnetische Nadeln oder unmagnetisirte eiserne Stangen nach der erwähnten Ordnung legen, weil sie durch die Wirkung des Magnets, den diese Faden umgeben, selbst eben so viele kleine Magnete werden.

Wenn man, statt anzunehmen, daß die Mittelpunkte dieser kleinen Körper fest auf einer Angel liegen, sie sich auf einer Ebene befindlich vorstellt, wo sie ein gewisses Reiben erleiden, so wird der durch dieses Reiben verursachte Widerstand sie hindern, sich nach den Punkten A, N zu neigen, die sie anzuziehen suchen werden; zu gleicher Zeit kann diese anziehende Kraft so stark seyn, daß die eisernen Faden die Richtung nehmen, die sie haben würden, wenn sie um ihren Mittelpunkt beweglich wären.

Man befördert noch diese Wirkung, wenn man der Ebene, die sie unterstützt, einen leichten Stoß giebt; denn alsdann verlassen sie diese Ebene, und nehmen um so leichter die Richtungen an, die die Punkte A, N erfordern, so

daß sie wieder auf die Ebene zurückfallen, indem sie die krumme Linie, wovon wir geredet haben, bilden.

Hat man nun Eisenfeile auf diese Ebene gestreut, so werden die Grundmassen dieser Eisenfeile eine Menge in sich zurückgehender krummer Linien und Theile von krummen Linien bilden, die alle durch die Punkte A, N gehen werden. Die 49te Figur kann von dieser Zusammenstellung krummer Linien einen Begriff geben.

Um sich das interessante Schauspiel einer solchen Zusammenstellung zu verschaffen, kann man zwei magnetische Stangen in vertikaler Richtung stellen, so daß ihre entgegengesetzten Pole nach einer und derselben Seite gerichtet sind, hierauf bedecke man die beiden obern Pole mit einem horizontalen, mit Eisenfeile überstreuten Papier.

Stößt man alsdann sanft an das Papier, so wird man alle diese krummen Linien entstehen sehen, die so merkwürdig schienen, und die Verwunderung der Naturforscher so oft erregt haben, die aber die Theorie in die Klasse gewöhnlicher Wirkungen des Magnetismus versetzt.

§. 160.

Wäre jene Nadel, wovon wir weiter oben geredet haben, zuerst bei einem Punkte D (Fig. 48.) gestellt worden, so daß von dieser Seite ihre Länge die des Magnets BC übertrifft, so wird man einsehen, daß die durch diese Nadel beschriebene krumme Linie, nach dem, was wir vorausgesetzt haben, wenn sie durch den Punkt A gegangen ist, eine Neigung AE in umgekehrter Richtung des Bogens DA bilden würde; hierauf würde sie durch den Punkt N gehen, und den Bogen AEN bilden; über diesen hinaus würde sie eine in sich zurückgehende krumme Linie, wie die NAM werden.

Wir müssen bemerken, daß die Nadel unter dem Punkte A eine neue der vorigen a′, b′ entgegengesetzte Richtung b″, a″ erhält. Diese Veränderung ist eine Folge der Anziehung, die der Mittelpunkt A des Magnets auf den Pol b der Nadel äussert, und der Zurückstossung gegen den Pol a.

§. 161.

Bei allem, was wir von der durch den Mittelpunkt dieser Nadel vermöge der Wirkung des Magnets BC beschriebenen krummen Linie gesagt haben, nahmen wir an, daß diese Wir-

kung sich mit den schwachen Stößen vereinige, die man der Nadel gab, um ihren Mittelpunkt aus seiner Lage zu bringen, daß aber übrigens die Nadel ruhig im Raume bleibe. Dies würde bei einer magnetisirten Nadel nicht der Fall seyn, die man nach einander auf alle in der Ebene desselben Meridians befindliche Punkte brächte.

Es ist klar, daß, da der Mittelpunkt der Nadel den Umkreis dieses Meridians beschreiben muß, er nach den gemachten Voraussetzungen sich fortdauernd von der beschriebenen krummen Linie entfernen würde.

In demselben Falle würde die Richtung der Nadel die Tangente des Meridians nur in den beiden Punkten seyn, wo sie der Axe des magnetischen Kerns parallel liegen würde, nämlich beim Aequator. An allen übrigen Punkten würde diese Richtung die Tangente der krummen Linie seyn, die die Nadel zu beschreiben angefangen haben würde, wenn sie ihre gegenwärtige Lage verlassen hätte, und ihre Bewegung im Raume frei gewesen wäre.

Hieraus folgt, daß, wenn man eine jede dieser Tangenten unendlich klein annimmt, sie ein Vieleck von unendlichen Seiten bilden werden, wovon eine jede als der Anfangsbogen ei-

nes Theils der krummen Linie AD, zy ꝛc. an⸗gesehen werden kann, die durch eine gegebene Lage der Nadel beschrieben worden wäre, wenn man die Bewegung frei im Raume annimmt.

Man sieht nach dem weiter oben angeführten ein, daß, wenn man die Nadel in einer gewissen Nähe von den beiden Polen unserer Erdkugel bringt, sie sich umwenden, und eine der vorigen entgegengesetzte Richtung und Neigung annehmen wird.

Ferner würde das Vieleck in eben diesem Punkte eine neue Branche bilden, die sich in einer dem anliegenden Theile entgegengesetzten Richtung neigen würde. Diese Neigung würde sich in Ansehung der Axe der Kugel immer mehr vermindern, bis auf dem Pole, wo sich die Branche in der Verlängerung derselben Axe befinden würde.

Wir müssen noch bemerken, daß in dem Punkte, wo die Nadel sich umdrehen würde, so wie in den benachbarten Punkten, die Intensität der magnetischen Kraft in Ansehung dieser Nadel unmerklich seyn würde, so daß die aus ihrer Lage gebrachte Nadel nur sehr langsam osçilliren und einige Augenblicke lang in einer Lage, die man sie hatte nehmen lassen, sogar stillstehen würde.

§. 162.

Da die beiden Wirkungsmittelpunkte des magnetischen Kerns unserer Kugel sich in einer Entfernung befinden, die man in Ansehung einer auf der Oberfläche der Erde gestellten Magnetnadel, wie unendlich betrachten kann; so folgt daraus, daß die Wirkungen dieser Richtungen, wie wir erwähnt haben, unter einander unendlich kleine Winkel bilden, und sogar in Ansehung einiger auf verschiedenen Punkten unserer Erdkugel liegenden Nadeln für parallel gehalten werden müssen.

Hieraus wird man auch schliessen, daß die durch dieselben Mittelpunkte geäusserten Kräfte, selbst in einer ziemlich großen Entfernung, beständig sind, wenn man sich nur nicht den Polen zu sehr nähert.

Eins der sichersten Mittel, die man anwenden kann, um diesen Punkt der Theorie zu beweisen, besteht darin, daß man die Schwingungen zählt, die eine gute Magnetnadel in einer bestimmten Zeit macht.

Sind die Zahlen dieser Schwingungen an verschiedenen Oertern gleich, so schließt man, daß die magnetischen Kräfte des Kerns in Ansehung derselben Oerter beständig sind. So

fand der Chevalier de Borda, Mitglied der Pariser Akademie der Wissenschaften, durch Beobachtungen, die er zuerst zu Brest, zu Cadix, zu Teneriffa, zu Gorea an der Küste von Afrika, und hierauf zu Brest und zu Quadeloupe gemacht hat, daß die Intensität der durch den magnetischen Kern auf eine magnetisirte Nadel geäusserten Kraft an diesen verschiedenen Oertern dieselbe sey.

§. 163.

Wenn die Voraussetzung des Daseyns eines solchen Kerns mit der Wahrheit übereinstimmt, so folgt daraus, daß eine in einer gewissen Lage befindliche eiserne Stange durch die Wirkung dieses Kerns ein Magnet werden kann. (§. 104).

Die Naturforscher wissen, daß dieses wirklich geschieht, und daß überhaupt eine eiserne Stange, die man in einer gegen den Horizont schiefen oder perpendikularen Lage richtet, in kurzer Zeit mehr oder weniger merkliche Zeichen von Magnetismus giebt; so daß, wenn man zum Beispiel den Versuch zwischen dem Aequator und dem nördlichen Polarkreise macht, das untere Ende der Stange den Nordpol einer magnetisirten Stange zurückstößt, und den süd-

lichen anzieht; das Gegentheil findet beim entgegengesetzten Punkte der Kugel Statt, und diese Wirkungen sind eine nothwendige Folge der aufgestellten Grundsätze.

Denn, nimmt man an, daß man den Versuch in unsern Gegenden mache, so befindet sich der Nordpol der Nadel in einem dem des korrespondirenden Pols des Kerns entgegengesetzten Zustande des Magnetismus. Auf der andere Seite theilt die Wirkung dieses letztern Pols dem untern Ende der Stange einen dem seinigen entgegengesetzten Magnetismus mit; hieraus folgt, daß, da der untere Pol der Stange und der Nordpol der Nadel gleiche Namen haben, sie sich zurückstossen müssen, während dem derselbe Pol der Stange den Nordpol der Nadel anziehen muß. (§. 108).

§. 164.

Die Beobachtung zeigt ferner, daß die Menge von magnetischer Kraft, die die Erdkugel einer eisernen Stange mittheilt, nach den verschiedenen Lagen sich verändert, die man dieser Stange giebt, und daß es auch eine Lage gebe, wo die Stange keine Kraft erhält.

Um diese verschiedenen Thatsachen zu erklären, sey A (Fig. 50.) der positive Pol des mag-

netischen Kerns unserer Erdkugel, und B sein negativer Pol; die Wirkungen dieser beiden Pole seyen in den Punkten M, N vereinigt. Wir suchen die Richtung und die Menge dieser doppelten Wirkung auf eine Grundmasse O des Fluidums, das sich über der Oberfläche der Erdkugel befindet.

Es ist klar, daß diese Grundmasse durch die Wirkung des Punkts M nach der Richtung MO zurückgestossen, und durch die Wirkung des Punkts N nach der Richtung ON angezogen werde. OR stelle die Menge der Zurückstossung, und OS die der Anziehung vor.

Hat man das Parallelogramm ORPS gezogen, so sieht man, daß die Grundmasse O angetrieben wird, die Diagonallinie OP zu durchlaufen, zu gleicher Zeit, da sie sich auf der einen oder der andern der Seiten OR, OS bewegt. Die Linie OP wird also das Resultat der Wirkung der beiden Pole A, B vorstellen.

§. 165.

Man stelle sich nun ein eiserne Stange in einer Lage vor, daß sie der Länge nach die Richtung OP habe.

Es ist klar, daß das in dieser Stange enthaltene Fluidum von O nach P gestossen

werde, so daß das Ende O negativ, und das Ende P positiv wird.

Gesetzt, die Stange habe eine andere Richtung OJ (Fig. 51.) genommen, die sich von der Ebene MON (Fig. 50.), worin die Linie OP liegt, entferne.

Um die Wirkung der beiden Pole des magnetischen Kerns in Ansehung der gegenwärtigen Lage dieser Stange sich vorzustellen, muß man bemerken, daß die durch OP ausgedrückte Kraft in zwei andere Kräfte zerfällt, wovon die eine, PD oder OH (Fig. 51.) auf OJ senkrecht steht, die andere OD hingegen mit dieser letztern Linie zusammenfällt.

Von diesen beiden Kräften trägt die erste nur wenig zum Magnetismus der Stange bei, weil sie in der Richtung der Dicke dieser Stange sich äussert, die man sehr beträchtlich annimmt Die andere durch OD vorgestellte Kraft wird hingegen mit einer gewissen Intensität wirken, und diese Wirkung wird so groß seyn, daß das Ende O negativ und das Ende D positiv werden wird; da nun OD kleiner ist als OP, so wird die der Stange mitgetheilte Kraft schwächer als im vorhergehenden Falle seyn.

Es habe endlich die Stange eine solche Lage, daß sie mit OP einen offenen Winkel mache, und zu gleicher Zeit in der vertikalen Ebene, worauf die Linie OD sich befindet, bleibe; es sey OZ die Richtung der Stange in diesem dritten Falle, indem diese Linie sich unter der Richtung DJ neigt.

Da alsdann die Wirkung der Pole, dieser Stange den Magnetismus mitzutheilen, noch kleiner ist, so wird die Stange sich in einer weniger günstigen Lage befinden, und nicht so viel Stärke erhalten, als da sie die Lage OD hatte.

Ueberhaupt, je offener der durch die Neigung der Stange gegen die Linie OP gebildete Winkel ist, desto geringer wird auch der Theil der Wirkung der Pole seyn, der sich nach der Länge der Stange äussert, und desto mehr wird daher der der Stange mitgetheilte Magnetismus abnehmen.

Hieraus folgt, daß der Fall, wo die Stange, die auf derselben vertikalen Ebene das Maximum von Magnetismus erhält, derjenige ist, wo der eben erwähnte Winkel der kleinste mögliche ist.

Zieht man nun vom Punkte P eine Perpendikularlinie auf die Ebene, wo sich die Stan-

ge befindet; so daß diese senkrechte Linie zum Beispiel die Linie PD sey, und verbindet die Punkte O, D durch eine gerade Linie mit einander, so wird die Richtung OD diejenige seyn, wo das Maximum des Magnetismus Statt haben wird. Denn, da alsdann die Linie PD, die gar keine Kraft vorstellt, die kleinste mögliche ist, so wird die Linie OD, die die wirkliche Kraft vorstellt, länger seyn, als in jeder andern Lage der Stange.

So wie die Richtung der Stange die Lage OD, die, wie wir gesehen haben, die vortheilhafteste ist, verlassen, und andere Lagen, wie OZ annehmen wird, während dem sie dennoch immer auf derselben vertikalen Ebene bleibt, wird auch der Winkel der neuen Richtung mit OD wachsen, und es wird einen Punkt geben, wo dieser Winkel, wie DOY ein gerader wird. Die durch OD vorgestellte Kraft der beiden Pole äussert sich alsdann ganz nach der Dicke der Stange, und dies ist also der Fall, wo der der Stange mitgetheilte Magnetismus sich auf seinem Minimum befindet.

§. 166.

Es giebt also in Ansehung einer jeden vertikalen Fläche eine Richtung, die das Maxi-

mum des durch die Stange erhaltenen Magnetismus giebt. Dies ist diejenige, die mit der Richtung OD der Kraft OP auf der Fläche, wovon die Rede ist, zusammenfällt.

Ausserdem giebt es eine Lage, die das Minimum des Magnetismus giebt, diejenige nämlich, die auf OD senkrecht steht. Zwischen diesen beiden Lagen giebt es unzählige andere, bei denen die Kraft des Magnetismus verschieden ist, indem sie sich mehr oder weniger dem Maximum oder dem Minimum nähert.

§. 167.

Aber unter allen möglichen vertikalen Flächen giebt es eine, wo die auf die vortheilhafteste Art in Ansehung aller andern Lagen, die in eben dieser Fläche Statt haben können, liegende Stange einen höhern Grad von Magnetismus als in allen andern Flächen erhalten würde; man sieht leicht ein, daß diese Fläche diejenige ist, worin die Linien MO, NO (Fig. 50.) liegen, und daß die vortheilhafteste Richtung für die Stange diejenige der Linie OP seyn muß.

Nach dieser Fläche neigt sich immer eine frei aufgehängte magnetisirte Stange. Man hat ihr den Namen des **magnetischen** Me-

ridian's gegeben; und nennt diejenige Fläche den magnetischen Aequator, die den Kern in zwei Halbkugeln theilt, wovon die eine ganz im positiven, die andere ganz im negativen Zustande sich befindet.

Wäre das Fluidum im Kerne gleichförmig vertheilt, so daß sein magnetischer Mittelpunkt mit dem Mittelpunkte unserer Erdkugel zusammenfiele, so ist klar, daß der magnetische Aequator vom Aequator der Erde verschieden seyn würde. Auch würde die Abweichung für alle Oerter der Erde = Null seyn; denn der magnetische Kern würde in diesem Falle als ein bloßer nach der Axe der Erdkugel gerichteter Faden betrachtet werden; hieraus folgt, daß er in Ansehung einer auf einer vertikalen Angel über der Oberfläche der Erde beweglichen magnetisirten Nadel dieselben Wirkungen hervorbringen würde, als ein magnetisirter stählerner Faden in Ansehung einer Nadel, deren Stütze in derselben vertikalen Lage, wie die Axe dieses Fadens, liegt. Es ist einleuchtend, daß die Richtung der Nadel mit dieser Fläche zusammenfallen würde.

Hieraus folgt, daß in gegenwärtiger Voraussetzung der magnetische Meridian immer mit dem Meridian des Orts zusammenfällt.

Was die Neigung der Nadel betrifft, so würde sie gewiß in derselben Hypothese, ausgenommen am Aequator, Statt finden, wo sie ganz und gar nicht seyn könnte; sie würde nach und nach vom Aequator bis an die Pole zunehmen, wo die Nadel eine Richtung erhalten würde, die sich auf der Verlängerung der Endaxe befinden würde.

Es scheint aber, wie wir bereits erwähnt haben, daß die Vertheilung des Fluidums im Innern des magnetischen Kerns unregelmässig geschieht, so daß seine Wirkungsmittelpunkte nicht genau auf der Axe unserer Erdkugel noch in gleichen Entfernungen von ihrem Mittelpunkte liegen. Aus dieser Abweichung folgt nothwendig.

1) Daß die Neigung nicht in Ansehung des Aequators = Null ist, weil die beiden Pole einer Nadel, deren Stütze auf der Fläche dieses Cirkels liegt, durch die Wirkungsmittelpunkte des magnetischen Kerns, die in ungleichen Entfernungen von eben diesen Polen liegen, in horizontaler Richtung nicht gleich stark angezogen und zurückgestossen werden können.

2) Die Oerter, wo die Neigung = Null ist, bilden keine regelmässige krumme Linie, deren Punkte in derselben Ebene liegen. Denn wegen der ungleichen Vertheilung des Fluidums nähert und entfernt sich abwechselnd die von Zeit zu Zeit auf verschiedene Stellen der Erdkugel gebrachte Nadel von gewissen Theilen des Kerns, in denen das Fluidum dicker oder dünner ist, als es seyn müßte, und worin folglich die Punkte, wo sie aufhört, sich zu neigen, bald über, bald unter denjenigen sich befinden, wo dieselbe Wirkung bei einer gleichförmigen Vertheilung Statt haben würde; die daraus entstehende krumme Linie bildet Neigungen in sehr verschiedenen Richtungen.

3) Da die Wirkungsmittelpunkte, wie wir bemerkt haben, nicht auf der Axe der Kugel liegen, so folgt daraus, daß die auf verschiedene Punkte der Oberfläche der Erde gebrachte Nadel sich vom Meridian des Orts nach dem Winkel entfernen muß, den die Linie,

die die Wirkungsmittelpunkte vereinigt, mit diesem Meridian macht.

4) Es wird inzwischen gewisse Punkte geben, wo die Abweichung nicht Statt finden wird, diejenigen nämlich, bei denen die verschiedenen Dicken der in den beiden Halbkugeln des Kerns ungleich vertheilten Theile von Fluidum, verbunden mit den Entfernungen dieser Theile von den beiden Polen der Nadel so beschaffen sind, daß das Resultat aus allen Kräften des Kerns auf die Nadel durch die Ebene des Meridians gehen wird, so daß die Wirkungsmittelpunkte des Kerns sich zufällig auf der Axe der Erdkugel befinden werden.

Aber alle diese Punkte, so wie auch diejenigen, wo die Abweichung eine bestimmte Anzahl von Graden hätte, werden keine regelmässige krumme Linie bilden, theils wegen der, überhaupt schiefen, Lage der Linie, die die Wirkungsmittelpunkte verbindet, theils auch wegen der fortdauernden Veränderung, denen diese Wirkungsmittelpunkte aus der weiter oben angeführten Ursache unterworfen ist.

§. 168.

Es giebt daher für jeden Ort der Erdkugel einen besondern magnetischen Meridian, dessen Lage an demselben Orte theils durch die Wirkung einer fortdauernden Abweichung, die aus der Beweglichkeit des im Innern des Kerns enthaltenen Fluidums entsteht, theils durch eine andere vorübergehende Abwechslung, die, wie wir bereits gesagt haben, aus äussern und lokalen Ursachen entsteht, sich verändert.

So wich zum Beispiel den ersten Jenner 1784. eine in der Sternwarte zu Paris aufgehängte magnetisirte Nadel 21° 41' 8'' gegen Westen ab. Diese Abweichung ist etwas von der verschieden, die vorher beobachtet worden war, und man hat alle Ursache zu glauben, daß sie in der Folge neue Veränderungen erleiden wird.

§. 169.

Man sieht aus dem vorhergehenden, daß es nicht nöthig ist, einen natürlichen oder künstlichen Magnet in seiner Lage zu erhalten, um einer eisernen Stange im natürlichen Zustande einen gewissen Grad von Magnetismus mitzutheilen.

Man braucht diese Stange nur so zu legen, daß die Kräfte der Wirkungsmittelpunkte des magnetischen Kerns unserer Kugel das Fluidum aus seiner Lage bringen können, indem sie es von einem Ende zum andern sich bewegen lassen. Die vortheilhafteste Lage ist diejenige, die mit der Richtung, die eine magnetisirte auf ihrem Mittelpunkte bewegliche Nadel von selbst nehmen würde, zusammenfällt. Nach einer gewissen Zeit wird die Stange merkliche Zeichen von Magnetismus von sich geben.

Dies erklärt verschiedene Wirkungen, die zuerst große Verwunderung erregen mußten, zum Beispiel den Magnetismus, den die eisernen Stangen von Natur erhalten, die eine beständige Lage auf den Gipfeln der Gebäude haben. Eine der ersten Beobachtungen dieser Art, deren man erwähnt hat, ist diejenige, die Gassendi an der Stange machte, die das Kreuz auf dem Thurm von St. Jean d'Aix in der Provence unterstützt. Diese Beobachtung ist nachher ebenfalls bei andern ähnlichen Stangen gemacht worden.

§. 170.

Hr. Aepinus führt noch eine andere auffallende Thatsache an; von deren Wahrheit sich

ein jeder durch einen leichten Versuch überzeugen kann.

Man nehme eine Stange von weichem Eisen AB (Fig. 52.) und halte sie einen Augenblick lang in einer Richtung, wo die Wirkung der Kugel ihr einen gewissen Grad von Magnetismus mittheilen kann.

Hält man eine magnetisirte Nadel sn nach einander an den beiden Enden der Stange, während dem man diese unter einander selbst in einer parallelen Richtung hält, so wird man bemerken, daß das untere Ende B den Südpol s der Nadel anzieht, und daß das obere Ende A denselben Pol zurückstößt (§. 108). Alsdann wende man die Stange um, so daß das Ende A die Stelle des Endes B einnehme, und so umgekehrt; hierauf wiederhole man den Versuch. Man wird entgegengesetzte Resultate erhalten, das heißt, A wird den Pol s der Nadel zurückstossen, und B wird ihn anziehen.

Diese schnelle Veränderung, die im Zustande der Stange vorgeht, hat den Naturforschern, die sie zuerst wahrgenommen haben, merkwürdig geschienen. Man sieht davon aber nach dem gesagten die Ursache leicht ein, weil die Stange, die in ihrer vorigen Lage einigen, aber sehr leichter und gewissermassen flüchtigen

Magnetismus erhalten hat, ihn sogleich verlieren muß, um zu dem entgegengesetzten Magnetismus überzugehen, sobald man sie in eine, in Ansehung der Pole des magnetischen Kerns unserer Kugel umgekehrte Lage bringt.

Es ist fast unnöthig, zu bemerken, daß, wenn man eine Stange von hartem Eisen in eine schickliche Lage bringt, sie die magnetische Kraft schwerer, als eine Stange von weichem Eisen, annehmen, sie aber auch länger behalten wird; so daß sie, wenn man ihre Lage verändert, viel langsamer in den entgegengesetzten Zustand treten wird.

§. 171.

Die vorhergehenden Beobachtungen haben den Naturforschern Mittel an die Hand gegeben, um harten eisernen Stangen den höchsten Grad von Magnetismus, dessen sie fähig waren, mitzutheilen, ohne vorher irgend eine Art von natürlichen oder künstlichen Magneten unter den Händen zu haben.

Es kommt nur darauf an, zuerst Stangen von weichem Eisen einen Anfang von Magnetismus zu geben, indem man sie auf eine in Ansehung des magnetischen Meridians des Orts schickliche Art stellt: hierauf bedient man sich

dieser Stangen, um damit andere härtere durch die Methode der doppelten Berührung zu magnetisiren; diese letztern haben dieselbe Verrichtung in Ansehung anderer Stangen, die den für die gewöhnliche künstliche Magnete erforderlichen Grad von Härte besitzen.

So bringt man in diesen verschiedenen Stangen die magnetische Kraft durch auf einander folgende Vermehrungen auf ihr Maximum. Wir wollen nicht ins Detail dieser Versuche gehen, die ein jeder nach seinem Gefallen verändern kann, wenn er sich nach den Grundsätzen der Theorie richtet.

§. 172.

Noch dürfen wir nicht ein vom Herrn Aepinus angezeigtes Mittel mit Stillschweigen übergehen, um die Wirkung des Magnetismus der Erde auf jene eiserne Stangen zu befördern.

Anstatt daß man diese Stangen blos in die Richtungen, wovon wir geredet haben, bringt, kann man zugleich, während dem man sie in vertikaler Lage hält, mit einem Hammer etlichemal darauf schlagen.

Die durch diese Schläge verursachten Stöße der Stangen bewirken in ihrer Masse eine Art von allgemeiner Schwingung, die ihre Theile ein wenig in Unordnung bringt, und, indem sie hierdurch die Bewegung des magnetischen Fluidums befördert, erleichtert sie die Wirkung der Kräfte der Erdkugel, um dieses Fluidum von einem Ende der Stangen zum andern zu treiben

§. 173.

Durch einen ähnlichen Mechanismus magnetisirt man wahrscheinlich Nadeln, die sich im natürlichen Zustande befinden, oder man wendet die Pole um, wenn sie schon magnetisirt waren, indem man sie eine starke magnetische Bewegung erleiden läßt.

Der Donner ist geschickt, dieselbe Wirkung auf einer eisernen Stange hervorzubringen, die von ihm getroffen worden ist, und diese Ursache kann auch bei der Richtung der Stangen Statt finden, die die Kreuze der Thürme unterstützen, um in diesen Stangen den Magnetismus, wovon wir eben geredet haben, hervorzubringen.

§. 174.

Herr Aepinus hat noch bewiesen, daß die Wirkung des Feuers ein Mittel verschaffe, die Stärke der natürlichen Magnete merklich zu vermehren.

Da dieser Naturforscher auf einer Glutpfanne Magnete dieser Art glühen und hierauf wieder abkühlen ließ, so bemerkte er, daß sie in der That beinahe allen Magnetismus verloren hatten. Sobald er sie aber hierauf zwischen zwei stählerne stark magnetisirte Stangen stellte, so fand er, da er sie nach Verlauf einer viertel oder halben Stunde herauszog, daß sie einen weit höhern Grad von Magnetismus erhalten hatten, als sie vorher gehabt hatten.

§. 175.

Hier zeigt sich eine Schwierigkeit, die so groß zu seyn scheint, daß man ihre Wegräumung nicht sogleich von der Theorie erwartet.

Wenn die Wirkung des magnetischen Kerns unserer Erdkugel, wird man sagen, im Stande ist, dem Eisen eine so merkliche Kraft mitzutheilen, so müßte sie auch eine gewisse Anziehung

auf dieses Metall äussern, wie dies bei den Magneten der Fall ist, deren wir uns bei unsern Versuchen bedienen. Ein unter mehrern gewähltes Beispiel, das man anführen könnte, wird dazu dienen, die Schwierigkeit in ihrem ganzen Lichte darzustellen.

Man stelle eine magnetisirte Stange auf ein Brett von Holz oder von Kork, so daß sie in einem hinlänglich breiten Gefässe gerade darauf schwimmt. Die Stange wird sich nach der Ebene des magnetischen Meridians richten, und es scheint auch, daß, wenn man den Versuch zwischen dem Aequator und dem Nordpol macht, diese Stange sich dem Rande des Gefässes, das sich nach demselben Pole drehen wird, nähern müsse, wie dies geschehen würde, wenn man einen, selbst schwachen, Magnet in der gehörigen Lage in einer gewissen Entfernung stellte. Dennoch wird die Stange, wenn sie gleich die erwähnte Richtung annähme, wenn sie sogar nach der Theorie von dem angenommenen Kerne die für diese Richtung nothwendige Kraft erhalten hätte, sich dem Rande des Gefässes nicht zu nähern suchen.

Ist es nicht ein Widerspruch, vorzugeben, daß dieser Kern so wie gewöhnliche Magnete

auf das Eisen im natürlichen Zustande oder auf schon magnetisirtes Eisen wirken, um jenes magnetisch zu machen, und dieses von Süden nach Norden zu drehen, während dem er alle Kraft verloren zu haben scheint, wenn es darauf ankommt, die geringste merkliche Anziehung auf dieselben Körper hervorzubringen?

Man wird, um diesen Einwurf zu beantworten, nicht sagen, daß der magnetische Kern der Kugel, wenn gleich von einer beträchtlichen Grösse, nur geringe Kraft habe. Denn dieser Antwort widerspricht der in einer sehr großen Entfernung durch die bloße Wirkung des Kerns dem Eisen mitgetheilte Magnetismus. Folgende Erklärung ist um so genugthuender, da sie die Schwierigkeit hebt, und zugleich den Grundlagen, worauf die Theorie gebaut ist, eine neue Festigkeit giebt.

Es sey cd (Fig. 53.) eine unmagnetisirte eiserne Stange: man stelle einen Magnet A in einer kleinen Entfernung von cd, und einen andern sehr starken Magnet B in einer sehr großen Entfernung von derselben Stange. Es seyen g, n die positiven, und h, f die negativen Pole, so ist klar, daß, da die Menge von

Fluidum in einem jeden Magnete der natürlichen Menge gleich ist (§. 96.), diese Magnete überall in der Richtung xc wirken, als befänden sie sich im positiven Zustande. Die Wirkungen in diesem Zustande seyen in den Punkten a, b vereinigt; wir betrachten nun die Wirkung eines jeden Magnets auf eine am Ende d der Stange cd befindliche Grundmasse.

Diese Wirkung sucht die Grundmasse von d nach c zu treiben, und folglich dem Ende d den negativen, und dem Ende c den positiven Magnetismus mitzutheilen. Da sich nun die Kräfte umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernungen verhalten (§. 152.), so kann die Kraft des Magnets B durch den Bruch $\frac{1}{(ld)^2}$, und diejenige des Magnets A, bei übrigens gleichen Umständen, durch den Bruch $\frac{1}{(de)^2}$ vorgestellt werden, wenn die Mengen $(ld)^2$ und $(de)^2$ hier die Quadrate der Entfernungen ausdrücken.

Man schätze nun die Anziehungen der Magnete, um die Stange cd in der Richtung cx zu nähern. Damit diese Anziehungen einige Wirkungen hervorbringen, muß die Nadel cd

schon selbst ein Magnet seyn, wovon d der negative und c der positive Pol ist. Die Wirkung eines jeden der Magnete sucht den Pol d anzuziehen, und den Pol c zurückzustossen.

Die hervorgebrachten Wirkungen werden sich daher wie die Differenzen zwischen den beiden Wirkungen eines jeden Magnets auf die Pole d, c verhalten. Da aber die Wirkung des Magnets A auf den Pol d immer = $\frac{1}{(de)^2}$ ist, so wird seine Wirkung auf den Pol C. = $\frac{1}{(ce)^2}$ seyn, und der Unterschied dieser beiden Brüche wird die ganze Wirkung des Magnets ausdrücken, um die Stange cd anzuziehen.

Eben so wird man einsehen, daß die Wirkung des Magnets B, um dieselbe Stange anzuziehen, durch die Differenz der beiden Brüche $\frac{1}{(ld)^2}$, $\frac{1}{(lc)^2}$ ausgedrückt werden muß, wovon der erste die anziehende, und der zweite die zurückstossende Kraft ausdrückt.

Es ist bekannt, daß, je größer der Nenner eines Bruchs ist, während dem der Zähler derselbe bleibt, desto kleiner dieser Bruch ist. Da

nun die beiden Nenner $(ld)^2$, $(lc)^2$ bei weitem größer sind, als die Nenner $(de)^2$, $(ce)^2$, so folgt daraus, daß die Brüche $\frac{1}{(ld)^2}$, $\frac{1}{(lc)^2}$ auch bei weitem kleiner sind als die Brüche $\frac{1}{(de)^2}$, $\frac{1}{(ce)^2}$. Die Differenz dieser letztern wird daher, wenn man den Magnet B in einer sehr großen Entfernung annimmt, in Ansehung der Differenz zwischen den beiden erstern beinahe = o seyn. *)

Man sieht hieraus, daß die Mittheilungskräfte der beiden Magnete durch bloße Brüche, und ihre Anziehungskräfte durch Differenzen von Brüchen ausgedrückt werden.

Die Resultate, wozu diese beiden Ausdrücke führen, sind selbst unter einander sehr verschie-

---

*) Die Nenner $(ld)^2$, $(lc)^2$ sind von einander mehr verschieden, als die Nenner $(de)^2$, $(ce)^2$, dies macht die Differenz zwischen den beiden Brüchen $\frac{1}{(ld)^2}$, $\frac{1}{(lc)^2}$ größer als diejenige der beiden andern Brüche. Aber die Ausgleichung, die aus der ausserordentlichen Kleinheit der Nenner entsteht, hebt die Wirkung der Differenz, worauf es hier ankommt, beinahe völlig auf.

den, so daß die Wirkung des Magnets B, um die Nadel cd anzuziehen, beinahe unendlich klein ist in Ansehung derjenigen, die der Magnet A ausübt, um dieselbe Wirkung hervorzubringen, während dem im Gegentheile die Wirkung des Magnets B, um die Stange cd den Magnetismus mitzutheilen, mit der analogen Wirkung des Magnets A sehr zu vergleichen ist.

§. 176.

Die Kraft der Pole desselben magnetischen Kerns ist gleichfalls im Stande, einer magnetisirten Stange die Richtung von Norden nach Süden zu ertheilen, wenn gleich ihre anziehende Kraft = o ist.

Es stelle cd (Fig. 54.) eine magnetisirte auf ihrem Mittelpunkte o bewegliche Nadel vor, die durch irgend eine äussere Kraft die Richtung rs ihres magnetischen Meridians verlassen hat; b sey der Punkt, worin die Kraft eines von der Nadel sehr entfernten Magnets sich vereinigt, während dem sie immer positiv angenommen wird, c sey der positive und d der negative Pol der Nadel. Die Kraft b wirkt auf den Pol c nach der Richtung bc, die mit

rc, welche wegen der großen Entfernung der bo parallel ist, zusammenfällt.

Es sey nc die Grösse dieser Wirkung. Dieselbe Kraft b wirkt auf den Pol d nach der Richtung db oder dx, die der bo parallel ist; fd sey die Grösse dieser Wirkung. Die erste Wirkung nc zerfällt in zwei andere, die eine nach cl, die durch den Widerstand des Punkts o aufgehoben wird, die andere nach nl, die allein dazu beiträgt, die Nadel auf ihren Meridian rs zu bringen.

Eben so theilt sich die Wirkung fd in zwei andere, die eine nach dg, die in gegenwärtigem Falle in keine Betrachtung kommt, die andere nach fg, worauf allein Rücksicht genommen werden muß.

Man sieht hieraus, daß die beiden Wirkungen des Magnets b auf die Pole der Nadel zusammen dieselbe Wirkung hervorbringen, so daß ihre Summe die Grösse dieser Wirkung ausdrückt.

In einer sehr großen Entfernung kann diese Summe noch sehr gut als diejenige ge-

schätzt werden, die die Mittheilungskraft des Magnets ausdrückt. Hingegen wird die anziehende Kraft, wie wir gesehen haben (§. 175.), nur durch die Differenz der beiden Wirkungen des Magnets auf die Pole der Nadel ausgedrückt werden, eine Differenz, die man in einer sehr großen Entfernung sehr gering schätzen muß.

Es ist daher nicht zu verwundern, daß der magnetische Kern unserer Erdkugel eine sehr merkliche direkte Kraft auf eine magnetisirte Nadel äussert, während dem er in Ansehung derselben Nadel kein Zeichen von anziehender Kraft äussert.

Man bemerke endlich, daß die Differenzen zwischen der Mittheilungs- und direkten Kraft auf der einen, und der Anziehungskraft auf der andern Seite in der Hypothese des umgekehrten Verhältnisses des Quadrats der Entfernungen viel größer sind, als in der des umgekehrten Verhältnisses der bloßen Entfernungen; dies bestätigt die vom Herrn Coulomb erhaltenen Resultate, um zu beweisen, daß das magnetische Fluidum das erste der beiden angeführten Gesetze befolge.

VII. Von den natürlichen Magneten und den im Innern der Erdkugel enthaltenen Eisenerzen.

§. 177.

Die magnetische Kraft des Kerns, der die Mitte der Erdkugel einnimmt, äussert fortdauernd auf die in einer kleinen Entfernung, um ihn herum liegende Eisenerze eine derjenigen ähnliche Wirkung, die in Ansehung der eisernen Stangen Statt hat, die wir auf der Oberfläche der Erde in gehörigen Lagen stellen (§. 169).

Sind diese Eisenerze ihrer Natur nach geschickt, die magnetische Kraft leicht anzunehmen, und befördert ihre Lage die Mittheilung

dieser Kraft, so werden sie Magneterze bilden, wovon die verschiedenen, aus dem Schooße der Erde genommenen Stücke zwei Pole haben, und im Stande seyn werden, dieselbe Richtung, wie die magnetischen Nadeln anzunehmen.

§. 178.

Der Magnet befindet sich haufenweise im Innern verschiedener Berge, in Sibirien, in Dalekarlien, in Norwegen, in der englischen Provinz Devonshire 2c. Die Pole dieser Massen müssen sich nach der Theorie überhaupt in einem Zustande befinden, der demjenigen des magnetischen Kerns entgegengesetzt ist, wonach dieselben Pole gerichtet sind, so daß zum Beispiel der Pol, der im Schooße der Erde der nächste gegen Norden liegt, auch nach Ausgrabung des Erzes der Nordpol bleiben wird. (§. 163).

Es ist aber auch möglich, daß unter denen von einer Magnetmasse abgerissenen Stücken einige ihre Pole in umgekehrten Lagen haben. Dies geschieht, nach Herrn Aepinus, wann die Masse mehrere konsequente Punkte (§. 111.) hatte, und wann das Abreißen zwischen den Grenzen der Theile, die wechselsweise positiv und negativ magnetisirt sind, geschehen war.

Denn es sey AN (Fig. 55.) eine Masse, deren Theil AB sich im positiven, der Theil BG im negativen Zustande befinde u. s. f. Schneidet man diese Masse in drei Stücke AC, CD, DN, so sieht man, daß der negative Theil CD sich nahe am Theile AC befinden wird, und daß so die Pole dieser beiden Stücke in einer umgekehrten Richtung gegen einander liegen. Der Beobachtung kommt es zu, zu entscheiden, ob dieser Fall, dessen Möglichkeit die Theorie zeigt, in der Natur Statt habe.

§. 179.

Man sieht nach dem bereits gesagten den Ursprung der magnetischen Kraft leicht ein, die verschiedene Eisenerze von Natur besitzen, besonders wenn man erwägt, daß diese Erze eine lange Reihe von Jahren hindurch der Wirkung des magnetischen Kerns ausgesetzt gewesen seyn konnten. Man wird aber fragen, warum nicht alle Erze wenigstens einen gewissen Grad von Magnetismus äussern. Denn es giebt einige, die blos durch den Magnet angezogen werden können, zum Beispiel die Erze von achteckigtem Eisen von Falun in Dalekarlien, von der Insel Korsika ꝛc. ꝛc., das Eisen von der In-

sel Elba, in an den körperlichen Winkeln unvollkommenen Würfeln, das von Framont in sechseckigten Pyramiden, deren Grundlinien einander entgegengesetzt sind ꝛc. Die Mineralogen bezeichnen diese Erze durch den Namen Ferrum retractorium, um sie von den Magneterzen zu unterscheiden, die sie Ferrum attractorium nennen.

§. 180.

Man findet ferner eine Menge Eisenerze, worauf die magnetisirte Stange keine merkliche Wirkung äussert, selbst wenn sie in kleine Stükke gestossen sind. Hierhin gehören die durch die Wirkung des Wassers hervorgebrachten Eisenvermischungen, die leberartigen und kothigten Eisenerze, die nur ein mattes und erdigtes Ansehen haben. ꝛc. Die Mineralogen haben alle diese Erze Ferrum refractarium genannt.

§. 181.

Um die vorgelegte Frage aufzulösen, muß man zuerst als Grundsatz betrachten, daß nur die Körper, worin das Eisen sich im metallischen Zustande befindet, die Eigenschaften des Magnets besitzen können.

Zweitens, wenn das Eisen, das man im metallischen Zustande annimmt, mit andern Substanzen verbunden ist, die es mineralisiren *), so wird diese Vermischung mehr oder weniger der nothwendigen Versetzung des Fluidums sich widersetzen, es sey nun, damit sich das Eisen in einen Magnet verwandele, oder nur fähig werde, von einem Magnete angezogen zu werden.

Dies vorausgesetzt, ist es klar, daß keines von den zuletzt angeführten Erzen weder durch seinen Aufenthalt im Schooße der Erde, noch durch unser künstliches Verfahren, die magnetischen Eigenschaften erhalten kann. Denn alle diese Erze bestehen nur aus einem Eisenkalke, der chymisch behandelt werden muß, damit das Metall erweckt **), und dieses Magnetismus

---

*) Man sagt von einer metallischen Substanz, daß sie mineralisirt sey, wann sie genau mit einer andern Substanz verbunden ist, die mehr oder weniger die Eigenschaften verändert, die sie in ihrem reinen Zustande hatte. Zum Beispiel ein so verbundenes Metall kann nicht mehr vom Hammer geschlagen werden, oder doch viel weniger als vorher, wie das bei dem durch Schwefel mineralisirten Eisen der Fall ist.

**) Ein Metall erwecken, heißt, es aus dem erdigten Zustande, worin es sich zeigte, in den ei-

fähig werde. Es findet daher in Ansehung solcher Erze keine Schwierigkeit Statt.

§. 182.

Bei andern, die den metallischen Glanz haben, wie die von den Inseln Elba und Korsika ist es kein reines, oder, nach dem Ausdrucke der Mineralogen, gebornes Erz. Das Daseyn des Eisens in diesem letztern Zustande ist noch ein Problem, und, wenn es bewiesen wäre, so würde das geborene Eisen in der Natur sehr selten scheinen müssen, weil man nur wenige Oerter anführt, wo man es gefunden haben will.

Dieses Metall in den gewöhnlichen Erzen, die vom Magnete angezogen werden können, ist nach besondern Grundsätzen mineralisirt worden, die die Chymie noch nicht hat bestimmen können. Auch sind einige von diesen Erzen, ob sie gleich ein metallisches Ansehen haben, größtentheils von Eisenkalk mit einer kleinen Menge Metall vermischt zusammengesetzt, welches einigermassen diesen Kalk durch den Glanz, den es darauf verbreitet, verbirgt.

---

gentlich sogenannten metallischen versetzen. So erhält z. B. der Rost, der blos ein Eisenkalk ist, durch eine chymische Verrichtung den Glanz und die andern metallischen Eigenschaften wieder.

Von dieser Art ist das Eisenerz von der Insel Elba, das beim ersten Anblick mit vollkommenem Metall angefüllt zu seyn scheint, das man aber nur zu feilen braucht, um es in ein röthlichtes und fettiges dem Blutsteine ähnliches Pulver zu verwandeln.

Es ist daher gar nicht zu verwundern, daß es so viele Eisenerze giebt, die dem Magnetismus, den die Wirkung der Erdkugel ihnen mittheilen sucht, nicht annehmen können. Wenn gleich mehrere dieser Erze eine ausgezeichnete Wirkung auf die magnetirte Nadel haben, so kann man ihnen doch nur selten die magnetische Kraft durch das Reiben mit einem Magnete oder dadurch mittheilen, daß man sie eine Zeit lang zwischen zwei stark magnetisirte Stangen legt.

Ich habe vergebliche Versuche gemacht, eisernen Achtecken von dem Eisenbergwerke zu Falun in Dalekarlien, deren Axe beinahe einen Zoll hatte, einen geringen Grad von Magnetismus mitzutheilen.

Ich nahm eine eiserne Spiegelplatte von dem Bergwerke zu Bitsberg, das in demselben Lande liegt; diese Platte hatte zwei Zoll und einen halben zu ihrem größten Durchmesser, einer ihrer Winkel stieß von Natur den

Südpol einer magnetisirten Stange zurück, und zog den Nordpol an. Allein diese Wirkung war schwach, und in einem kleinen Raume eingeschlossen.

Denn alle andere Winkel der Platte zogen ohne Unterschied die beiden Pole der Stange an, und diese Anziehungen hatten ebenfalls keine merkliche Kraft.

Ich versuchte hierauf diese Platte durch die verbesserte Methode der doppelten Berührung zu magnetisiren, und sie gab nicht mehr die Zeichen von Magnetismus von sich, wie vorher.

Man sieht aus diesen Versuchen, wie es geschehen kann, daß es unter den im Innern der Erdkugel verbreiteten Erzen nur einige gebe, die die Wirkung des magnetischen Kerns anzunehmen fähig sind. Die Schwäche der Kunst verschafft uns hier eine Vergleichungsgrenze, um von der geringen Wirkung zu urtheilen, die die Kräfte der Natur bei dem Mangel an schicklichen Umständen, um ihre Anwendung zu begünstigen, hervorzubringen im Stande sind.

---

§. 183.

Noch müssen wir eine Vermuthung des Hrn. Aepinus über die Ursache der Abwei-

chungen der Magnetnadel nicht mit Stillschweigen übergehen.

Dieser Naturforscher glaubt, die Abweichungen könnten größtentheils, oder sogar überhaupt, der störenden Kraft der Magneterze zugeschrieben werden, deren Wirkung ohne Unterlaß die Nadel von der angenommenen Richtung nach Verhältniß der Breiten entferne, wenn der magnetische Kern allein auf sie wirke.

Denn auf der einen Seite verändert sich die Menge dieser Erze ohne Unterlaß, theils durch das Ausgraben, theils durch das Hinzukommen derer, die sich mit der Zeit von Natur bilden, auf der andern Seite vermehrt die fortgesetzte Wirkung des magnetischen Kerns nach und nach die Intensität der durch die Magneterze erhaltenen Kraft.

Endlich können die durch Erdbeben und andere ähnliche Vorfälle verursachten Zertheilungen beträchtliche Magnetmassen aus ihrer Lage bringen, und so Veränderungen in ihrer Wirkung auf die Magnetnadel hervorbringen. *)

---

*) Hr. Prevost hält es seiner Hypothese nach für wahrscheinlicher, daß diese Wirkung der Erdbeben von einer andern Ursache abhängen. „Es könnte „vielleicht, sagt er, eine von den magnetischen

Diese Vermuthung scheint durch verschiedene Erzählungen bestätigt zu werden, worin wir lesen, daß nach einem heftigen Erdbeben die magnetisirten Nadeln auf einmal merkliche Veränderungen erlitten hatten.

Wäre diese Vermuthung gegründet, so würde man sich vergeblich die Hoffnung machen, mit der Zeit das Gesetz zu bestimmen, das die Veränderungen der Lage, die man im magnetischen Aequator, so wie in den magnetischen Meridianen der verschiedenen Oerter der Erde bemerkt, befolgen, weil diese Veränderungen von einer Ursache abhängen würden, die keiner beständigen Regel in ihrer Wirkungsart unterworfen wäre.

Uebrigens sieht man, wie interessant eine Reihe genauer in der Absicht gemachter Beobachtungen ist, um auf diesem Punkte der Theorie ein größeres Licht zu verbreiten.

Es wäre zu wünschen, daß die reisenden Mineralogen, die Magneterze antreffen, die Richtung genau beobachteten, welche verschie-

---

„Elementarflüssigkeiten im Innern der Erde an „den Oscillationen des Feuers Theil nehmen, und „die Magnetnadel könnte ihren Bewegungen fol„gen.“ S. dess. Abhandl. Sur l'origine des forces magnétiques §. 123.

Bayerische Staatsbibliothek

dene abgerissene Stücke von diesem Erze im Schooße der Erde haben, so wie auch, daß sie mineralische Eisenerze gleich nach ihrer Ausgrabung in ihre Nähe brächten, um zu untersuchen, ob sie nicht alsdann einen gewissen Grad von natürlichem Magnetismus enthielten, den sie aber in kurzer Zeit wieder verlören, wie derjenige ist, den wir dem weichen Eisen mittheilen, welches ihn eben so leicht verliert, als es ihn bekommen hat.

Die Wissenschaften werden alsdann nur wahre Fortschritte machen, wenn man sie so mit einander zu vereinigen, und in derselben Untersuchung verschiedene Gesichtspunkte zu verbinden weis, deren Ganzes ein Licht verbreitet, das für diejenigen, die sich blos mit der Betrachtung der einzelnen Details beschäftigen, für immer verloren geht.

Bayerische Staatsbibliothek München

Tab. I.

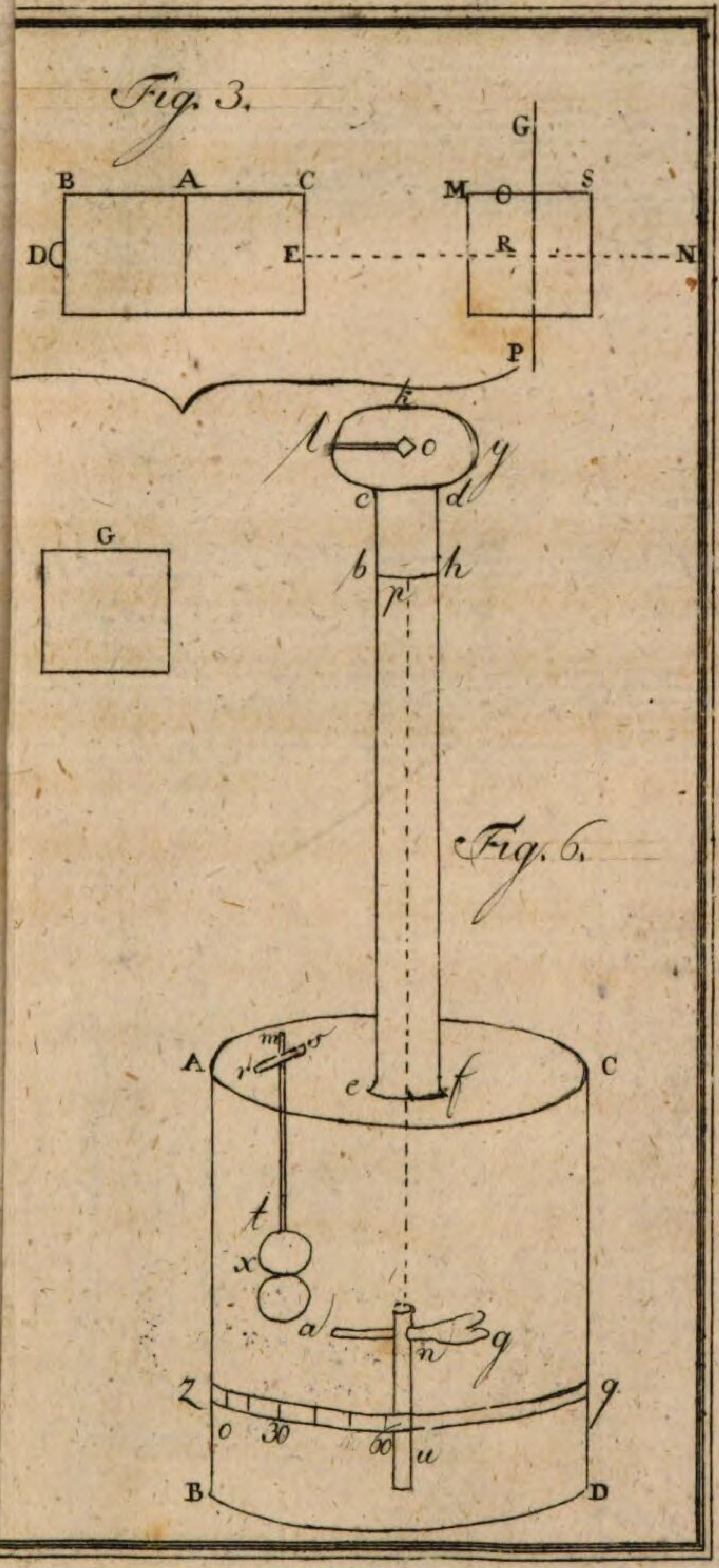


Fig. 3.
B
A
C
D
E
M
O
S
G
R
N
P
G
k
l
o
y
c
d
b
h
p
Fig. 6.
A
m
r
v
C
e
f
t
x
a
n
q
Z
9
0
30
60
u
B
D

Tab. II.

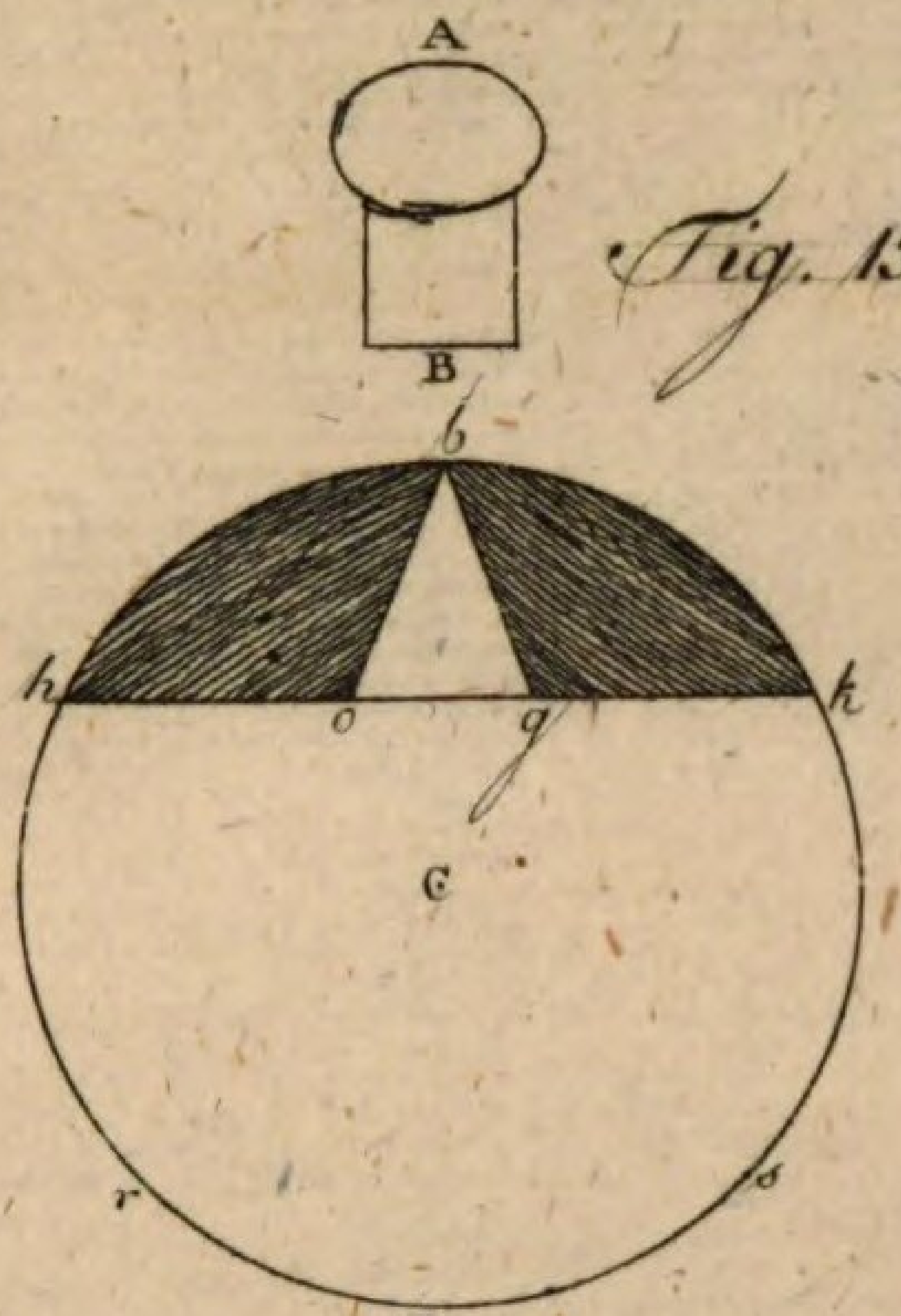


Fig. 15.

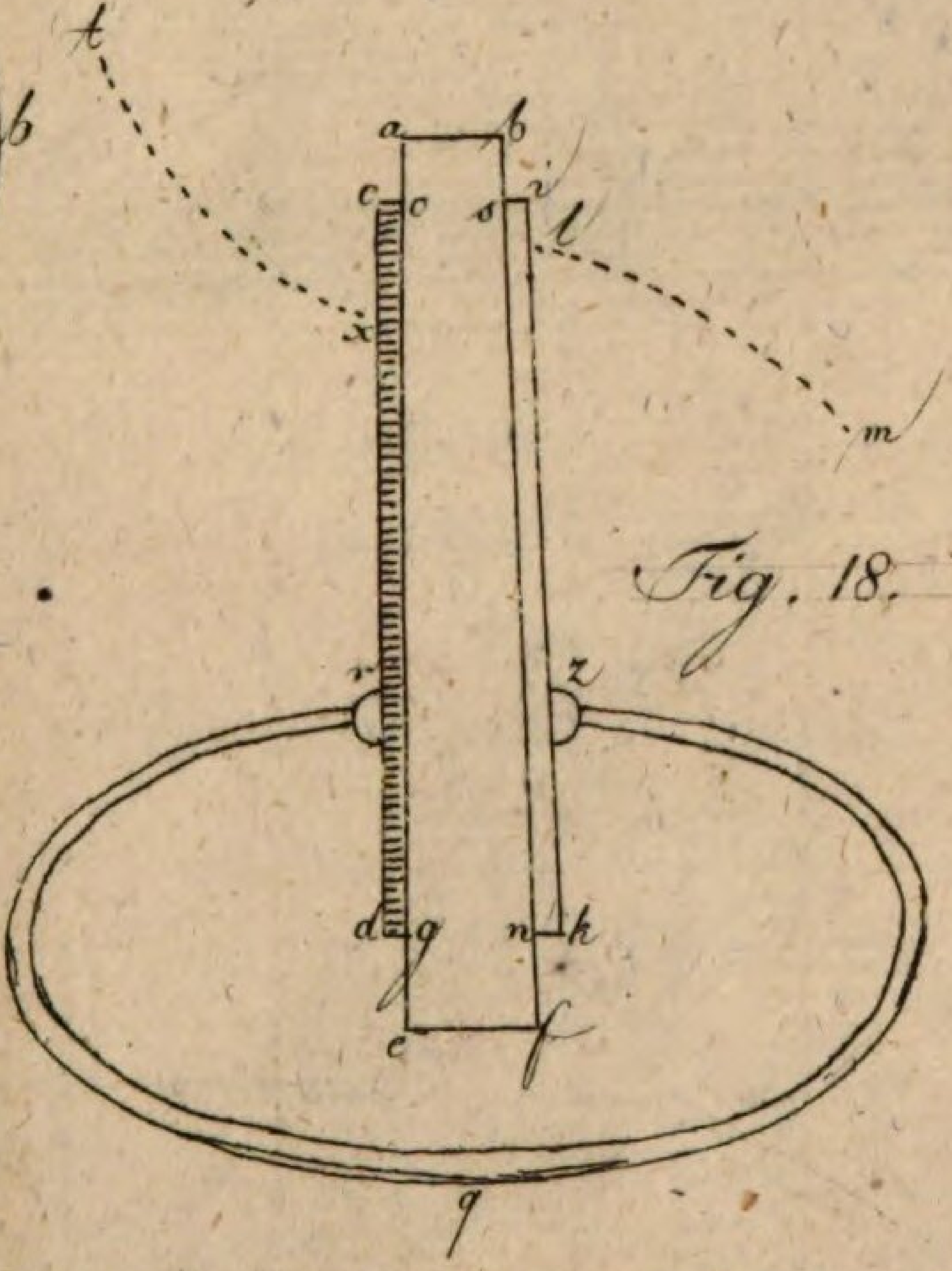


Fig. 18.

Tab. III.

Fig. 22.

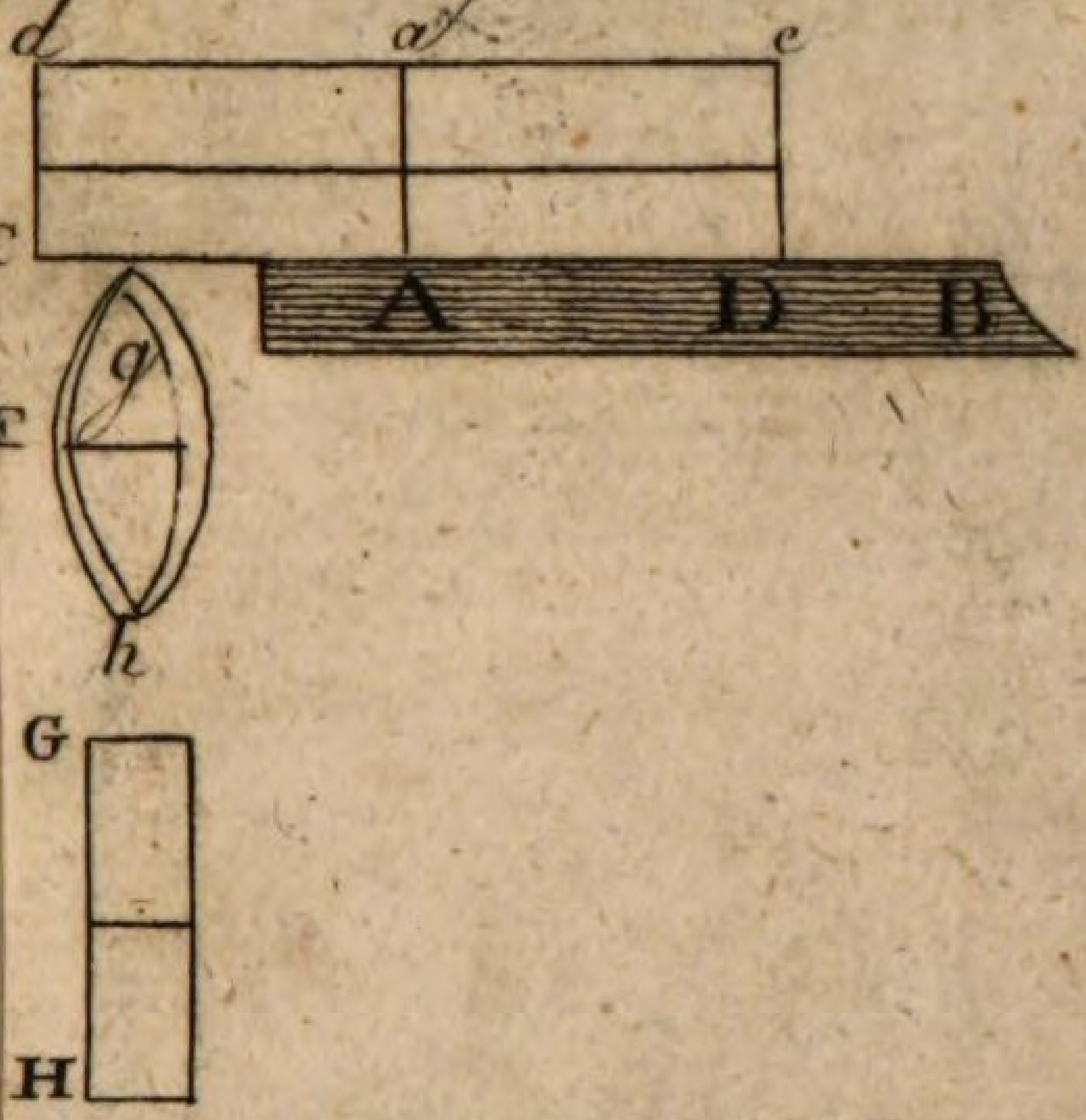
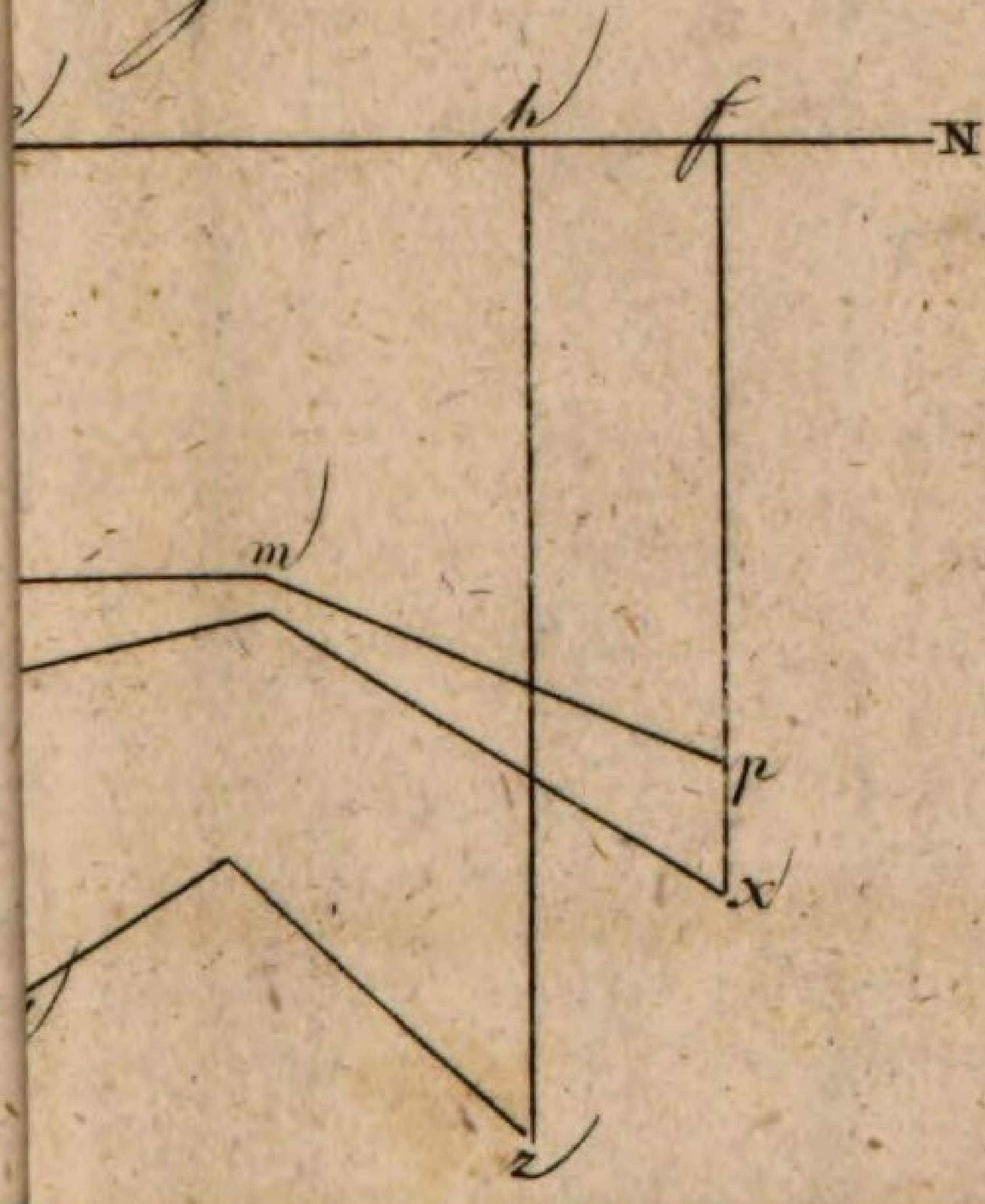


Fig. 24.



Tab. IV.

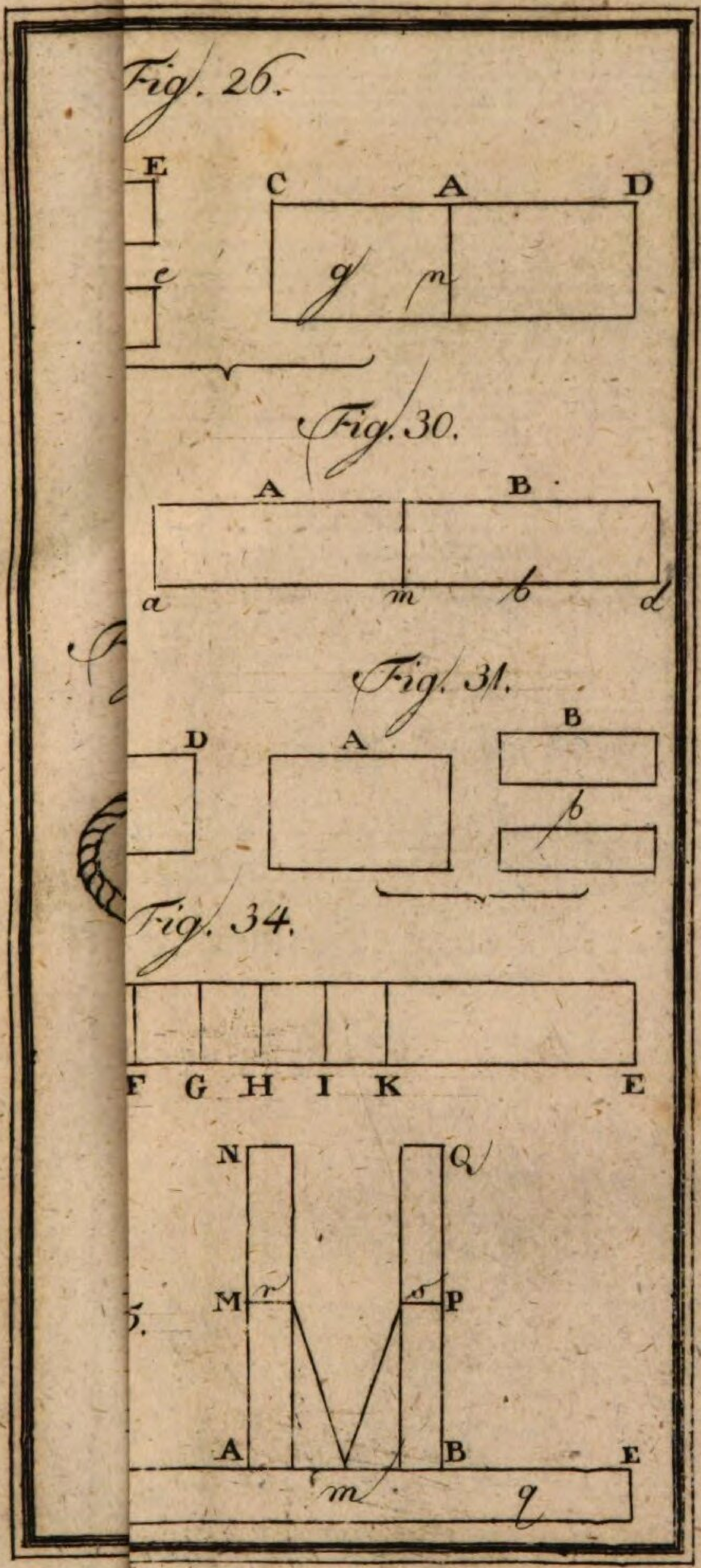
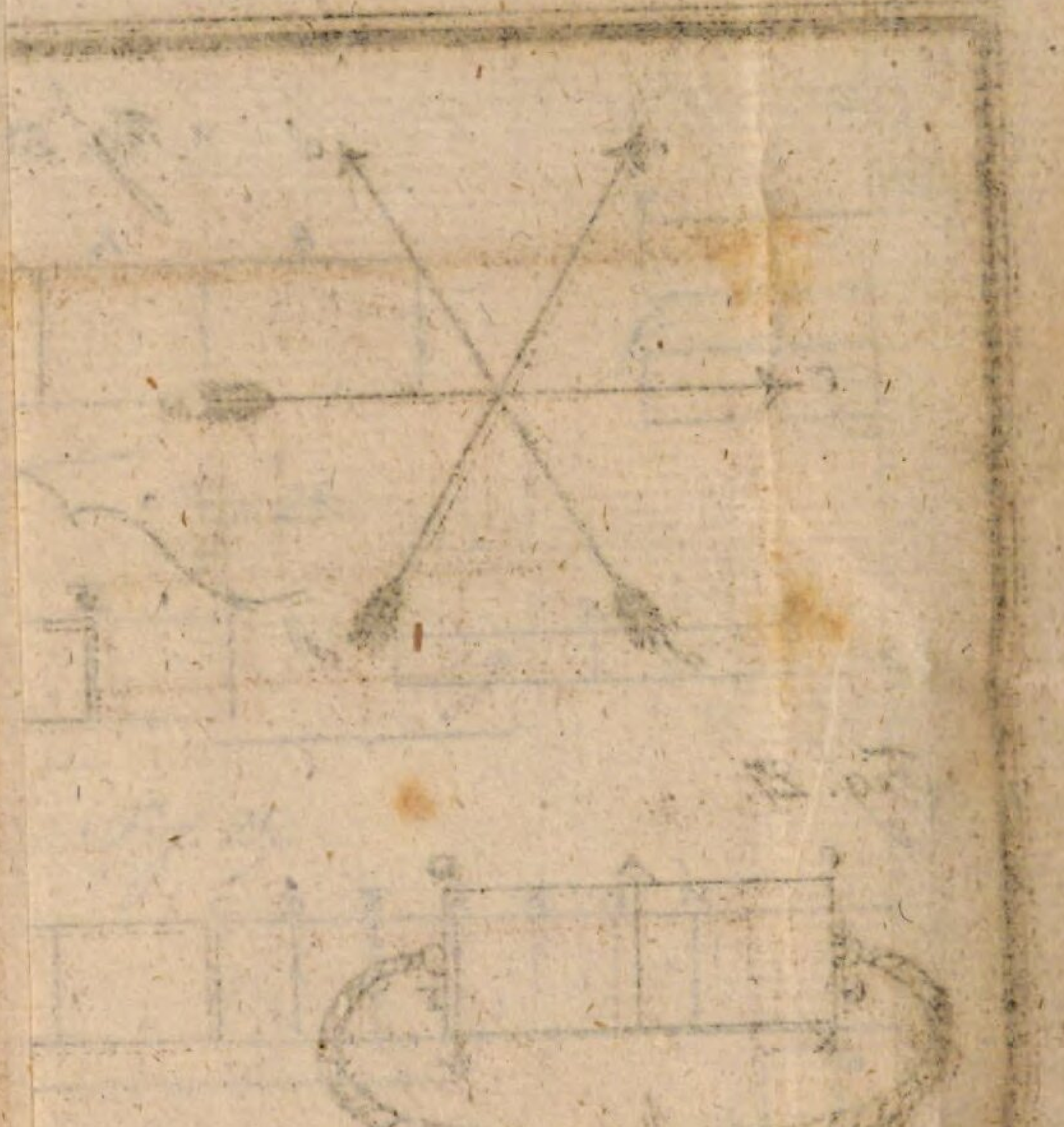


Fig. 26.
E
C
A
D
e
g
n
Fig. 30.
A
B
a
m
b
d
Fig. 31.
D
A
B
p
Fig. 34.
F G H I K
E
N
Q
M
r
s
P
A
B
E
m
q



Tab. V.

Fig. 40.

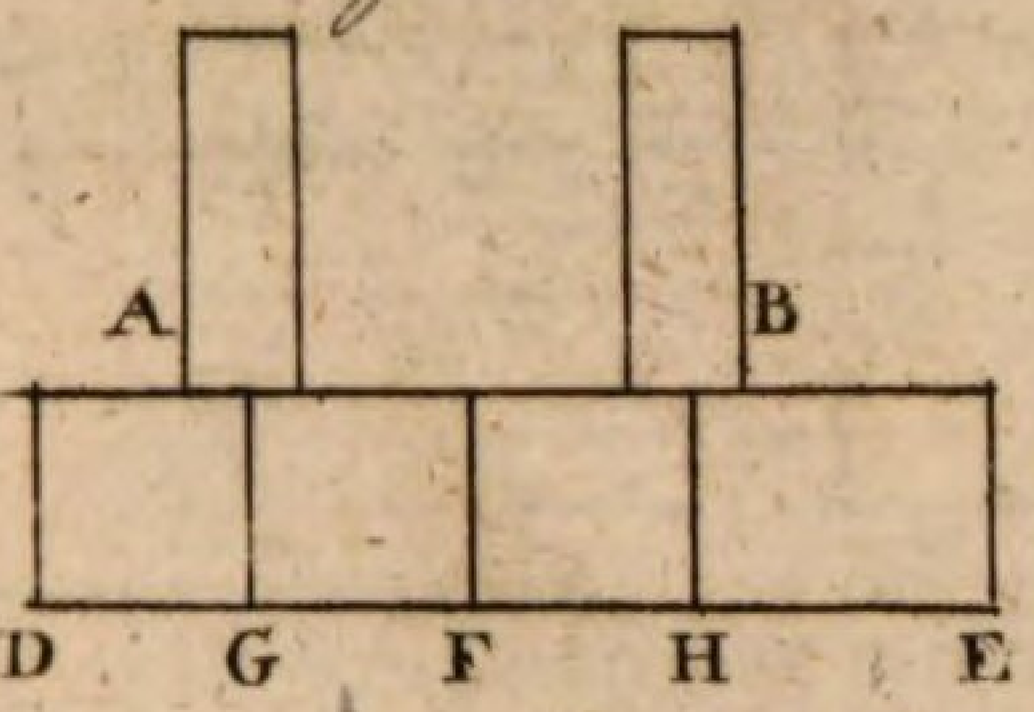


Fig. 39.

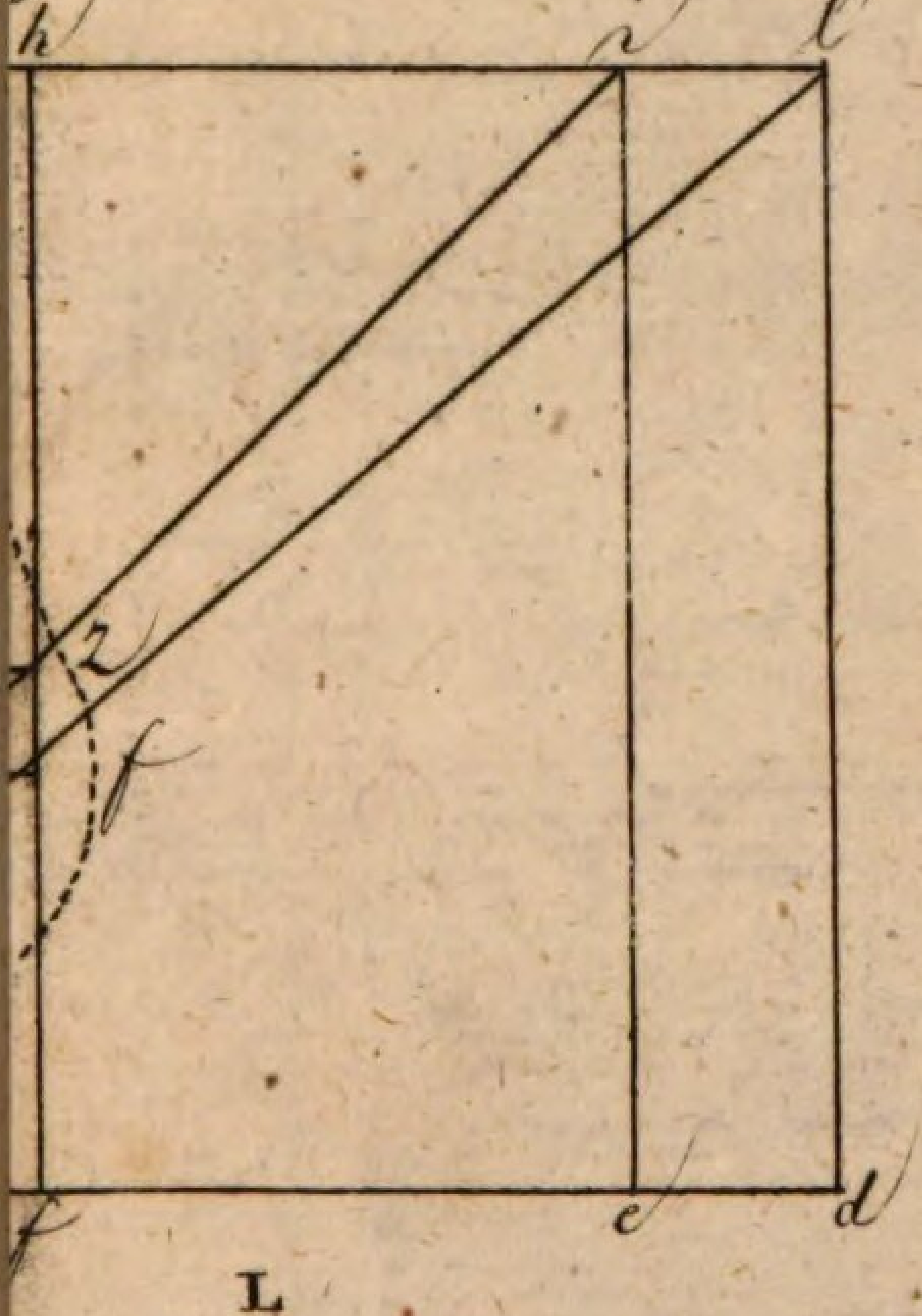
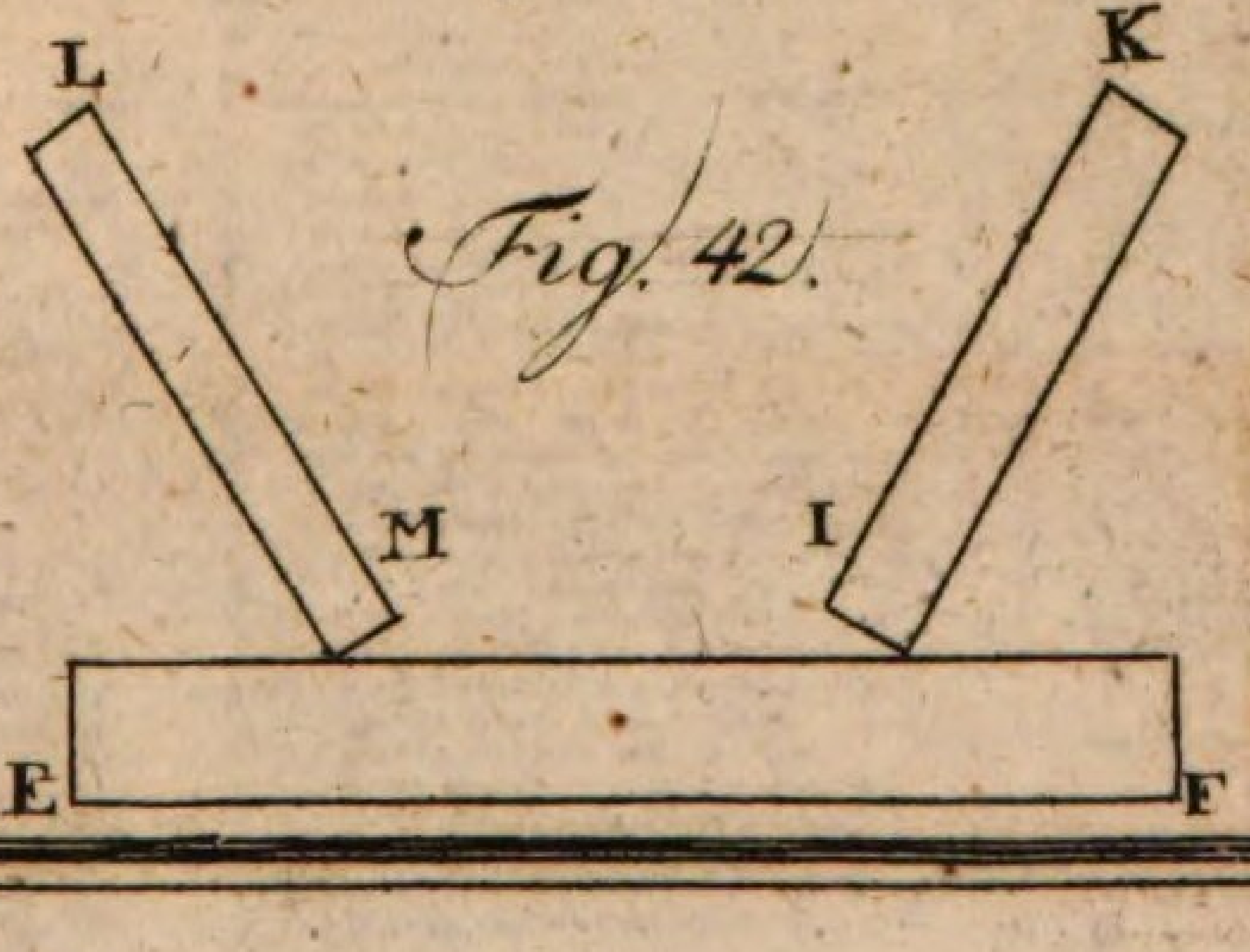
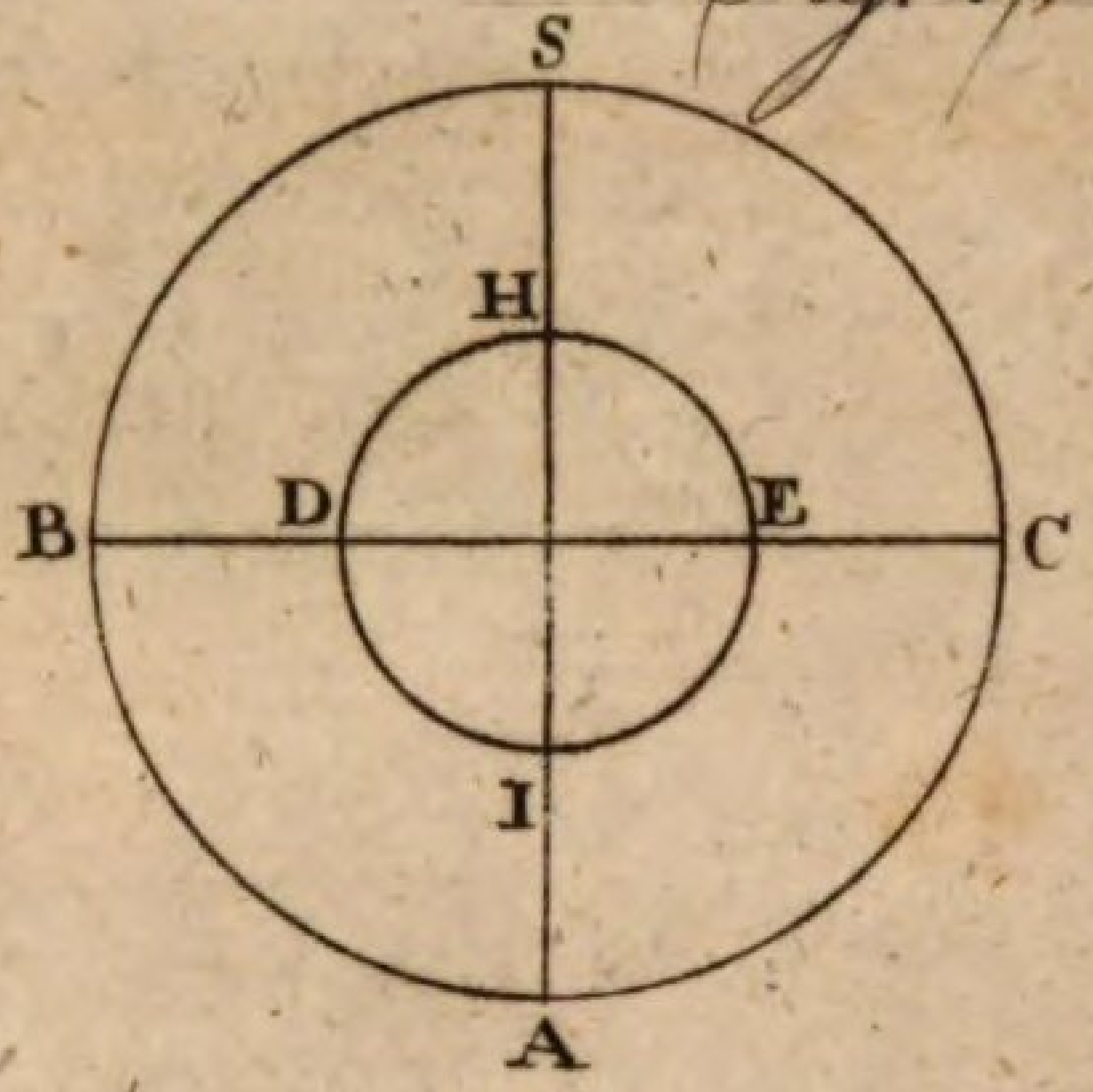


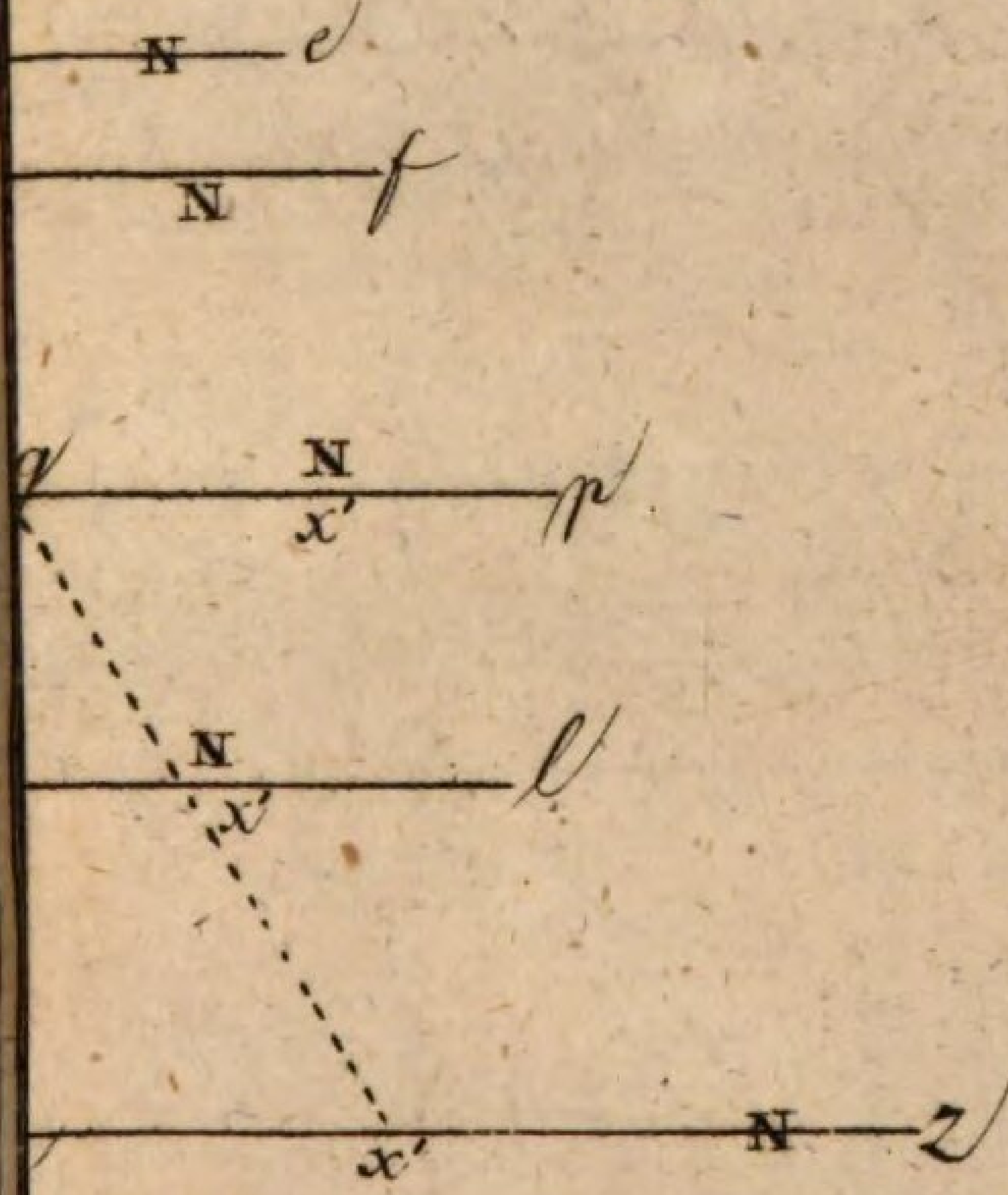
Fig. 42.



Tab. VI.

Fig. 47.





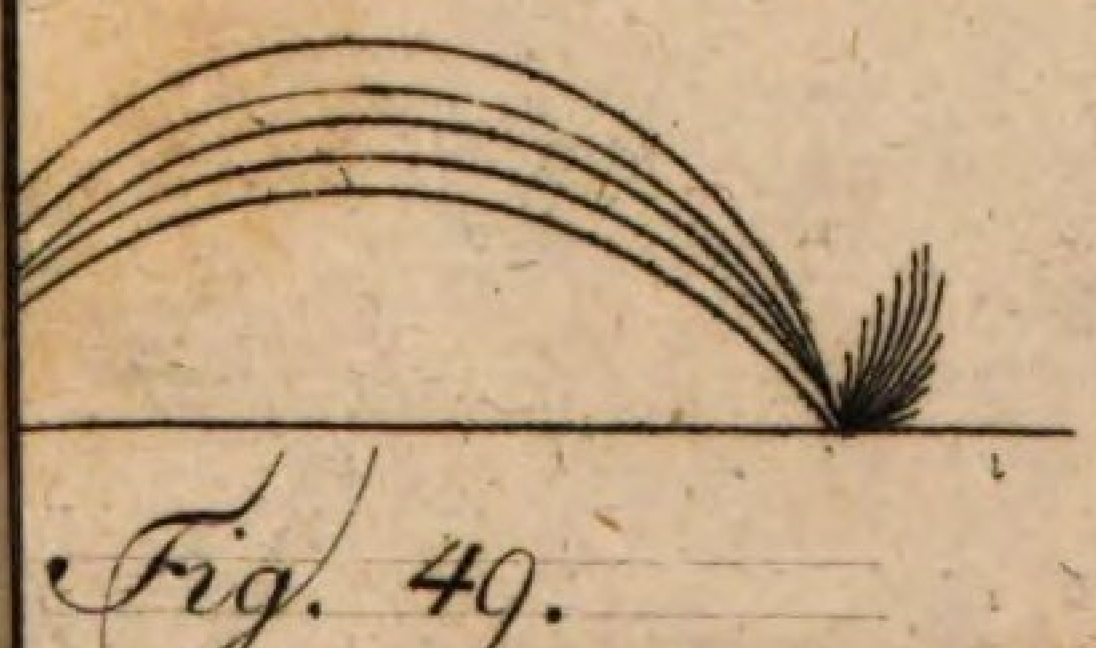


Fig. 49.

Tab. VII.

Fig. 51.

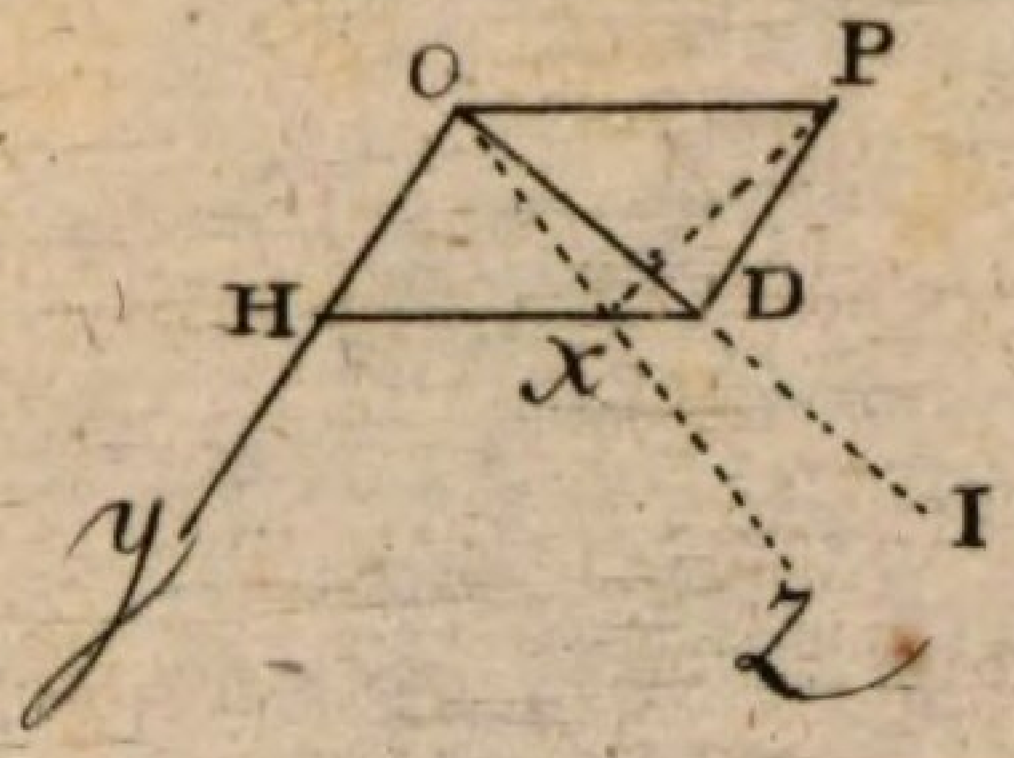


Fig. 53.

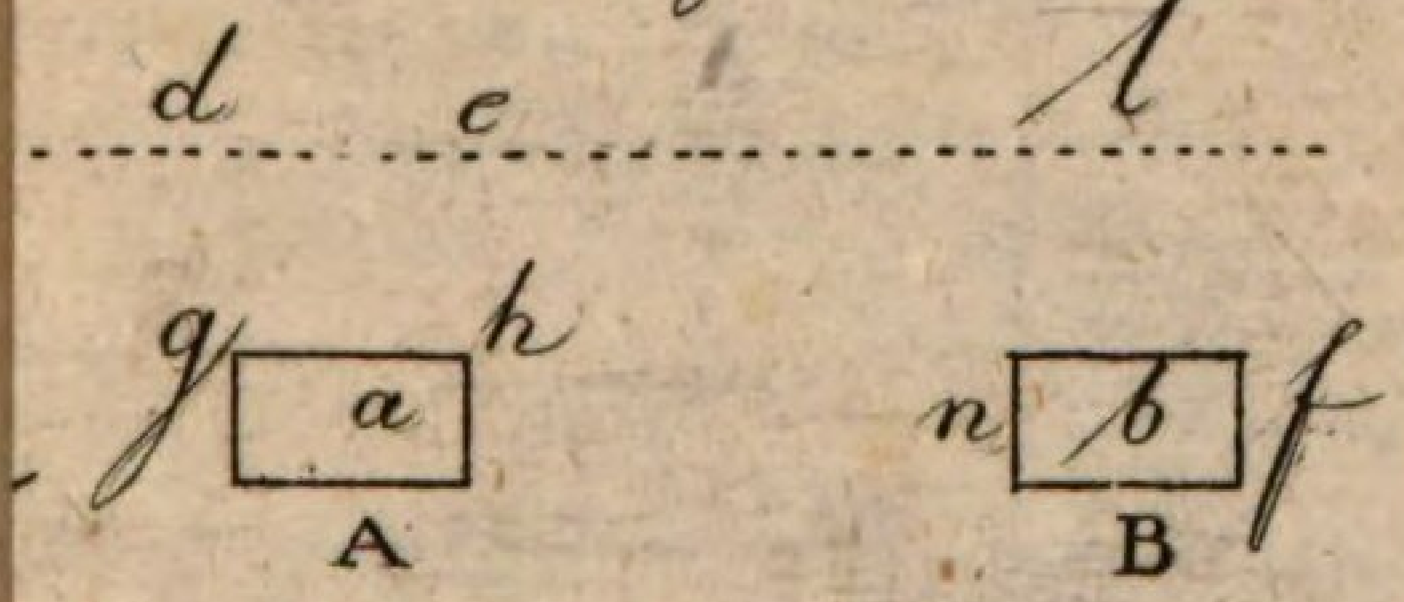
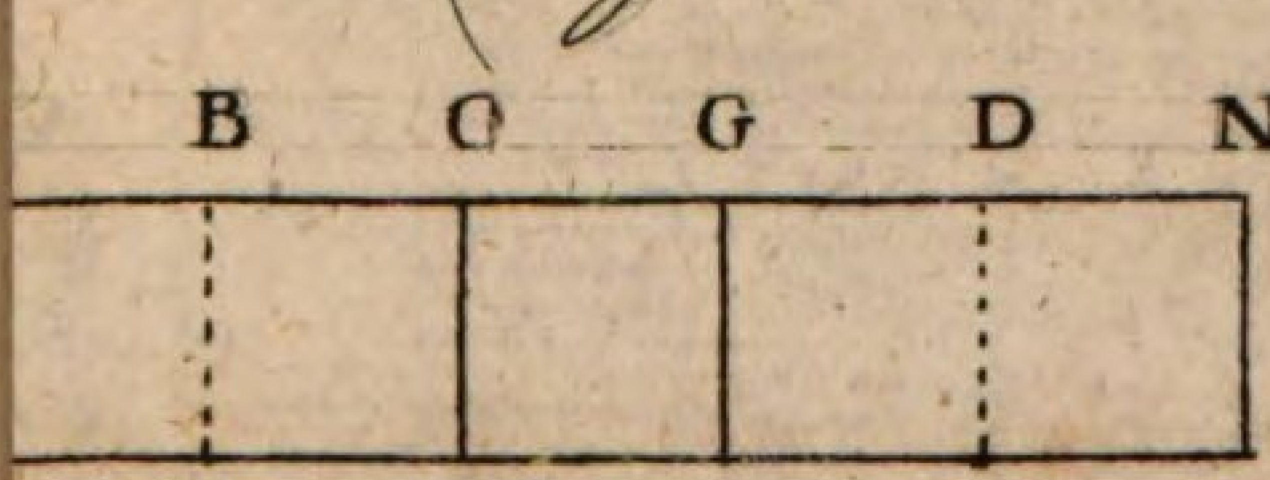


Fig. 55.



Bayerische
Staatsbibliothek
München

Buchbinderei
Alois Schedl
Mü., Erdmannsdörferstr. 10

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Haüy, René Just,

Darstellung der Theorie der Elektrizität und des Magnetismus nach d. Grundsätzen des Hr. Arpinus ; mit 7 Kupfertaf

Altenburg 1801

Phys.sp. 283 a
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10133889-9